

# Merkostnader med vinterväghållning för Grot-transporter orsakade av väglagring.

*Additional costs due to road maintenance for transport of logging residues caused by store-keeping at roadside*



Jonathan Edmundsson

**Jonathan Edmundsson**

**Arbetsrapport 333 2011**  
**Examensarbete 30 hp D**  
**Jägmästarprogrammet**

**Handledare:**  
**Iwan Wästerlund**



# **Merkostnader med vinterväghållning för Grot-transporter orsakade av väglagring.**

*Additional costs due to road maintenance for transport of logging residues caused by store-keeping at roadside*

Jonathan Edmundsson

Examensarbete i Skogshushållning vid inst för skoglig resurshushållning, 30 hp

Jägmästarprogrammet

EX0628

Handledare: Iwan Wästerlund, SLU, institutionen för skoglig resurshushållning, teknologi

Examinator: Tomas Nordfjell, SLU, institutionen för skoglig resurshushållning, teknologi

## Förord

Denna studie har genomförts inom ämnet skogshushållning med inriktning mot skogsteknologi vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå. Studien omfattar 30 högskolepoäng (hp) och utfördes som ett examensarbete på D-nivå. Arbetet ingår som avslutande del i min utbildning till jägmästare vid den skogliga fakulteten i Umeå. Studien utfördes med Sveaskog som uppdragsgivare.

Mycket tid och ork har lagts ned på detta arbete. Nog tror jag att den stundtals så slingriga arbetsgången resulterat i ett antal gråa hårstrån och ett visst hårbortfall. Processen har dock varit mycket lärorik och ännu ett bevis på att envishet och hårt arbete till slut ger resultat. Det har gett mig en djupare insikt i komplexiteten vid tillvaratagandet av trädbränslen från skogen. Det har även varit väldigt roligt att träffa så många trevliga, hjälpsamma och inte minst kunniga personer som bidragit som inspirationskälla och med stort vetande.

Jag vill tacka Vägchefen Karl-Åke Kjellberg på Sveaskog i Östersund för att du gav mig möjligheten att utföra denna studie men även för det kunnande och den hjälp du bidragit med.

Jag vill rikta ett stort tack till alla er på Sveaskogs kontor i Lycksele för otroligt vänligt mottagande under de veckor jag tillbringade på kontoret under de snöfattiga månaderna november – december 2010. Jag vill även rikta ett speciellt tack till vägmästare Stefan Ahlenius som var mitt bollplank under hela arbetets gång. Jag vill tacka dåvarande logistiker Henrik Engman för den tid du avsatte för mina frågor i arbetets startskede. Jag vill även tacka nuvarande biologistiker Tomas Esbjörnsson för den hjälp jag fick under arbetets slutskede.

Jag vill även rikta ett stort tack till Sveriges Lantbruksuniversitet och då speciellt till Mikael Ottosson Löfvenius som bidragit med ovärderlig hjälp vid väderdataanalysen och utformningen av diagram i kalkyleringsprogrammet. Men även mot Jonas Bolin som hjälpte mig slutföra GIS-modellen. Utan er hjälp och ert tålamod hade jag aldrig skymtat ljuset i tunneln.

Ett tack vill jag även rikta mot min familj där min mor och far bidragit med uppmuntran stöd och näringsrik kost som fyllt på mina förbrända energireserver och som åtnjutits under pauser i sammanställandet av all data samt under skrivandet av rapporten. Jag vill även tacka min sambo som hjälpt mig formulera texten i arbetet, hela tiden trott på mig och stöttat mig även i de stunder då målsnöret upplevts som långt borta.

Slutligen vill jag tacka min handledare Iwan Wästerlund som korrekturläst arbetet och där ifrågasatt otydligheter, bidragit med intressanta reflektioner och synvinklar.

Umeå, den 17 maj 2011.

Jonanthan Edmundsson

## Sammanfattning

Trädbränslen är idag det tredje största sortimentet från skogen i Sverige efter massaved och timmer. Grot (Grenar och toppar) är ett trädbränsle som idag är en vanlig biprodukt efter avverkning. Sättet att tillvarata, sönderdela och transportera grot efter avverkning varierar mellan norra och södra Sverige. Grot tas ut året om på lämpliga ståndorter, men förbrukas huvudsakligen vintertid. Vanligt är att groten lagras vid avlägget som väglager under vintersäsongen fram till vidaretransporten till förbrukaren.

Väglagringen av grot vintertid medför inte bara logistiska problem utan även förhållandevis stora omkostnader för väghållningen speciellt då grot har mindre ekonomiska marginaler än timmer och massa. Syftet med studien var att för ett antal grotavlägg inom ett område i Lycksele kommun beräkna merkostnader föranledda av väghållningen under vintersäsongen, hur dessa varierade beroende på snödjup och avläggets förutsättningar samt undersöka möjligheten till kostnadsbesparingar.

En snödjupsstudie utfördes med hjälp av väderdata från SMHI. Snödjupets geografiska och säsongsmässiga variation undersöktes för vintersäsongerna 1999-2010. En GIS-modell skapades där plogningsbehovet uppskattades för grotavläggen inom projektområdet. Utefter snödjupsstudien, teoretiska upptagningskostnader vid olika snödjup samt det uppskattade plogningsbehovet erhöles en totalkostnad för upptagningen vid varje avlägg som därefter jämfördes med den uppskattade intäkten vid avlägget.

Resultaten visade att väghållningskostnaden ökade längre in på vintersäsongen beroende på snödjupet. Kostnadsbesparingar möjliggjordes genom tidigareläggning av transporten av mindre avlägg med små intäkter och höga upptagningskostnader. För dessa avlägg visade sig även mellanlagring kunna vara ett kostnadsbesparande alternativ. Ett beslutsstöd för transportprioritering mellan olika avlägg skulle kunna basera sig på en sammanvägning av avläggets upptagningskostnad och uppskattad intäkt.

Nyckelord: Trädbränslen, Skogsenergi, Transport, Terminal, Snödjup

## Abstract

Fuel wood is currently the third largest assortment from the forest in Sweden after pulpwood and lumber. Branches and tops i.e. logging residues are one of the assortments of fuel wood which is a common by-product after harvesting nowadays. The way to utilize, disintegrate and transport the logging residues varies between northern and southern Sweden. Branches and tops are collected throughout the year at appropriate stands, but are consumed mainly wintertime. The logging residues are usually stored at roadside along forest roads during the winter season until further transportation to the consumer is executed.

In general, storage at the roadside wintertime results not only in logistical problems but also relatively large costs for road maintenance. This is especially true for logging residues, which have smaller economic margins than timber and pulp. The purpose of this study was to calculate additional costs for a number of logging residue landings in the municipality of Lycksele, located in the northern part of Sweden. Furthermore, the aim was to study how these costs, resulting from road maintenance during the winter season, varied depending on snow depth and landing conditions and to explore the scope of possible cost savings.

A snow depth study was conducted using weather data from SMHI (The Swedish Meteorological and Hydrological Institute). The spatial and seasonal variation of snow cover was investigated for the winter seasons from 1999 to 2010. A GIS model was created where the need of plowing was estimated for the logging residue landings within the project area. With data from the snow depth study, in addition with the theoretical plowing costs depending on snow depth and the estimated need of plowing, the total cost caused by plowing was obtained for each landing. That cost was later on compared to the estimated revenue at each landing.

The results showed that the road maintenance costs rose further into the winter season depending on increasing snow depth. Cost savings were made possible if smaller logging residue landings with low income and high harvesting costs were transported earlier during the winter season. For these types of landings a sort of interim storage terminal was also shown to be a cost-saving alternative. A system for transportation priorities between different landings could be based on the relation of the plowing costs and the estimated revenue at each landing.

**Keywords:** Fuel wood, Wood energy, Transport, Terminal, Snow dept

# Innehållsförteckning:

<b>1 Inledning .....</b>	<b>2</b>
1.2 Maskinsystem grot .....	3
1.3 Tidigare studier rörande grot och plogning.....	4
1.4 Grot – Sveaskog Marknadsområde Västerbotten.....	5
1.5 Problemformulering.....	6
1.6 Vinterunderhåll och snöförhållanden.....	7
1.7 Syfte .....	9
1.8 Frågeställning.....	9
<b>2. Material och metod .....</b>	<b>10</b>
2.1 Sambandsvinster .....	10
2.2 Snöförhållandena .....	10
2.3 Teoretiska plogkostnader/verkliga plogkostnader .....	11
2.4 GIS-modellen.....	11
2.5 Modellutförande.....	12
<b>3 Resultat.....</b>	<b>16</b>
3.1 Sambandsvinster med andra sortiment .....	16
3.2 Snödjupets variation i tid och rum .....	16
3.3 Snödjupet vid datum för inmätning av grotvolymen .....	20
3.4 Modellen – Plogningsavstånd .....	21
3.5 Verkliga plogningskostnader .....	22
<b>4 Diskussion .....</b>	<b>23</b>
4.1 Kritisk granskning av material och metodval .....	23
4.1.1 Sambandsvinster.....	24
4.1.2 GIS-modellen .....	24
4.2 Jämförande resultat snödjupsstudie .....	24
4.2 Tillämpning av resultatet samt behov av vidare forskning.....	25
4.2.1 Stora skillnader mellan uppskattad och inmätt volym.....	27
4.2.2 Mellanlagringsplatser .....	27
4.3 Slutsatser .....	30
<b>Referenser:.....</b>	<b>31</b>
Tryckta källor.....	31
Personlig kommunikation .....	32
<b>Bilagor:.....</b>	<b>33</b>
Bilaga 1: Projektområdet .....	33
Bilaga 2: Väderstation Gunnarn.....	34
Bilaga 3: Väderstation Norrbäck .....	35
Bilaga 4: Väderstation Kroksjö.....	36
Bilaga 5: Väderstation Malå .....	37
Bilaga 6: Väderstation Bäverträsk .....	38
Bilaga 7: Väderstation Norrby .....	39
Bilaga 8: Väderstation Brännforsund .....	40
Bilaga 9: Stationernas medel, min och maxsnödjup .....	41
Bilaga 10: Snödjup $\geq 20$ cm.....	42
Bilaga 11: Snödjup $\geq 40$ cm.....	43
Bilaga 12: Snödjup $\geq 70$ cm.....	44
Bilaga 13: Snödjup $\geq 90$ cm.....	45
Bilaga 14: Resultat GIS-modell .....	46
Bilaga 15: GIT- Modellen.....	47

# 1 Inledning

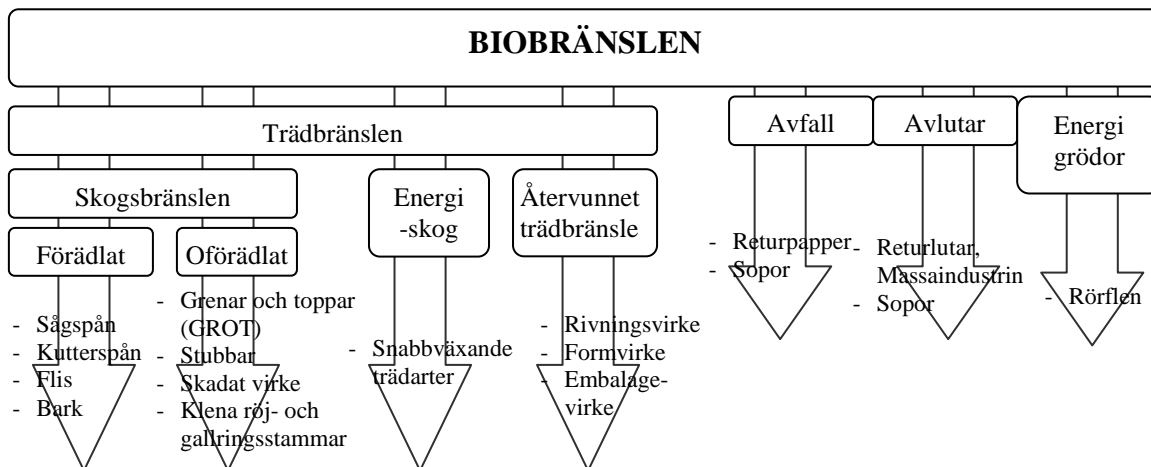
I Sverige började skogsnäringen engagera sig för uttag av skogsbränslen först under OPEC ländernas oljeembargo på 70-talet. Avsikten var att hitta ekonomiskt lönsamma inhemska drivmedel och minska importberoendet av fossila bränslen (Björheden & Thorsén, 2010). Intresset resulterade i att de första systemen för insamling, transport, sönderdelning och lagring av skogsbränslen togs fram i södra och mellersta Sverige (Söderström, 2006). I dessa delar av Sverige finns därför de största erfarenheterna kring tillvaratagandet av trädbränslen från skogen.

Senaste tidens prisökning på olja orsakade av instabiliteten på världsmarknaden har åter ökat intresset för den skogliga råvaran i Sverige och internationellt. Den aktuella klimatdebatten har inneburit att världens länder börjat planera för en omfattande energiomställning, från sinande fossila bränslen till förnyelsebara energikällor. Representanter från EU:s alla medlemsstater antog i mars 2007 en policy för klimat och energi i syfte att inom europaområdet minska koldioxidutsläppen och beroendet av olja och andra fossila bränslen samt öka andelen förnyelsebara energikällor (Anon. 2007).

Sedan det ”nya” energisortimentet, som utgörs av skogsbränslen, på allvar gjort entré på den svenska marknaden har konkurrensen på den skogliga råvaran ökat. Detta har periodvis orsakat omfattande fluktuationer på skogsråvarumarknaden. 2006 orsakade den ökade konkurrensen om biomassan att priset för energiflis stundtals var högre än priset på massaveden. Detta resulterade i att sågindustrins restprodukter (flis och spån) tenderade att gå till energiverken istället för till massabruken. Långa transportavstånd till massabruken kunde även motivera att massaveden istället transporterades till det närliggande fjärrvärmeverket. För att motverka denna trend följde en kraftig höjning av massavedspriserna året därpå (Anon. 2008).

Idag är skogsbränslen det tredje största sortimentet i skogen efter timmer och massaved (Egnell, 2009). Biobränslen är ett sortiment som huvudsakligen består av biomassa, d v s material av biologiskt ursprung, som enbart till viss del har förädlats (Ringman, 1996). Trädbränslen inkluderar alla biobränslen som har ett skogligt ursprung, bestående av ved, bark och/eller löv (Ringman, 1996). Trädbränslen där ursprungsmaterialet inte har passerat annan användning utan direkt kommer från skogen kallas för oförädlade skogsbränslen och består bland annat av avverkningsrester som grenar och toppar (grot) men även stubbar och rötter.





**Figure 1.** En schematisk uppdelning av de olika undergrupperna inom huvudgruppen Biobränslen.

*Figure 1. Schematic distribution of the different subgroups within the main group bio fuel.*

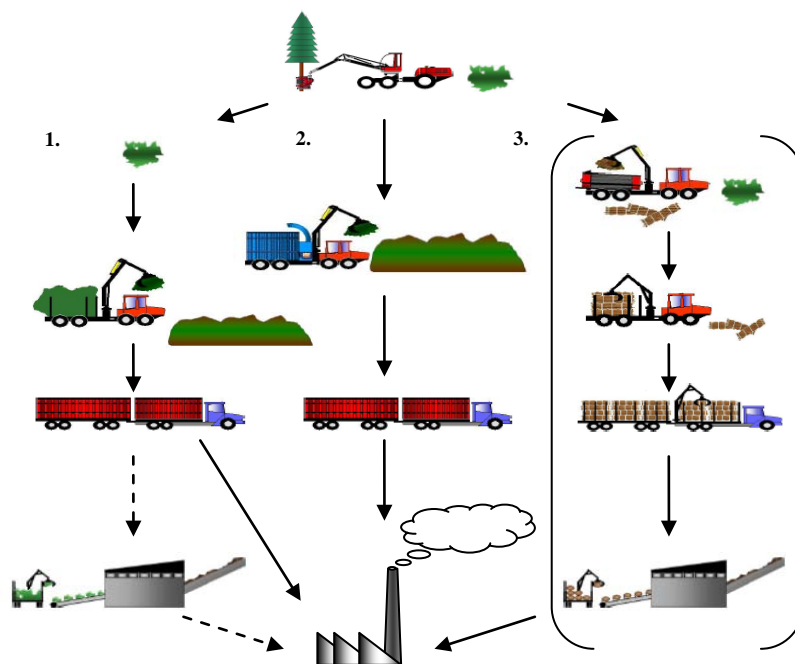
## 1.2 Maskinsystem grot

För avverkning, insamling, hantering och transport av grot finns tre använda metoder som dominerar i Sverige (figur 2). Anskaffningen av biobränslet är i huvudsak gemensamt för samtliga system och utförs främst i samband med slutavverkning genom en så kallad grotanpassad avverkning. Skördaren lägger då avverkningsresterna (grenarna och topparna) i "luftiga" högar vid sidan av körstråket för att underlätta uttorkningen av bränslet samt skotningen från hygget. På så sätt undviks även maskinkörning på avverkningsresterna vilket minskar inblandning av föroreningar i materialet samtidigt som en hög bränslekvalitet upprätthålls.

Valet av maskinsystem beror till stor del på önskemål från värmeverken om hur materialet skall vara sönderdelat för att passa bränslepannorna. Men de skogliga förutsättningarna som medelbonitet och medeltransportavstånd för regionen spelar också in. Hänsyn tas för att undvika sådana uttag som påverkar skogsmarkens näringsbalans negativt.

Avverkningsresterna får därför oftast ligga kvar i högar på hygget för att barra av sig innan det samlas ihop och förs bort. Barren innehåller viktig näring för skogsmarken men utgör även ca 25 % av skogsbränslets totala torrsubstans (Nilsson, 2007).

I grotsystemet sker skotningen av avverkningsresterna efter att riset torkat och barrat av sig på hygget i en separat operation efter avverkningen. Utvecklingen går dock mot att skotningen kommer utföras direkt i samband med avverkningen för att effektivisera logistiken. Askåterföring kommer då kompensera en del av den eventuella näringsförlusten vid ett tidigt bortförande av färsk grön-grot. Uttransporten från skogen sker till en uppsamlingsplats på hygget eller till avlägg vid bilvägen. Avverkningsresterna transporteras vidare med lastbil med täckta sidor, till avnämare eller till terminal med möjlighet till sönderdelning (flisning eller krossning) och vidare transport med tåg (se nr 1 i figur 2).



**Figur 2.** Bild som illustrerar systemen för grotuttag, sönderdelning och transport (modifierad från Nilsson 2007).

**Figure 2.** Picture that illustrate the different systems for outlet, comminution and transport of logging residues (modified from Nilsson 2007).

Flissystemet är idag det vanligaste systemet vid tillvaratagandet av grot (Engblom, 2007). Sönderdelningen sker antingen med en beståndsgående flisare direkt på hygget i samband med avverkningen eller vid avlägget. Om sönderdelningen utförs vid avlägget sker först en utskotning av skogsmaterialet. Vid avlägget står då en mobil sönderdelare som bearbetar materialet i högar på marken eller direkt på lastbil. Materialet transporteras därefter som flis till industrin (se nr 2 i figur 2).

Om avverkningsresterna sönderdelas vid industri sker ofta någon form av buntning av grotmaterialet på hygget efter avverkningen. Buntningen har syftet att höja lastvikterna vid transport av lösgrot. Materialet transporteras därefter till terminal alternativt industrin där ofta en större stationär sönderdelare är placerad. Denna metod saknar idag praktisk betydelse då den används i mycket begränsad utsträckning (se nr 3 i figur 2).

### 1.3 Tidigare studier rörande grot och plogning

Ett stort antal arbetsrapporter, tidsstudier, examensarbeten och avhandlingar har berört hantering, lagring, sönderdelning, systemanalyser och logistiska lösningar kring grot sortimentet. Söderström beskriver i sin delrapport från 2006 inom huvudprojektet "Samverkan för utveckling och förädling av regionens outnyttjade skogsresurser", semimobila terminaler som ett möjligt alternativ för att sänka den totala systemkostnaden för grothanteringen. Han konstaterar i sin rapport att totalkostnaderna för upparbetningen av grot sjunker med ett minskat antal terminaler, att detta medför ett ökat medeltransportavstånd och att det optimala antalet terminaler främst är en fråga om en

systemoptimering. Tidigare studier som berör problematiken kring väglagring av grot samt plogningskostnader föranledda av väglagringen har däremot inte gått att finna.

#### ***1.4 Grot – Sveaskog Marknadsområde Västerbotten***

Sveaskog har en ambition att år 2012 totalt producera 4 TWh biobränslen (motsvarande 2 000 000 m<sup>3</sup>fub). Under 2009 levererade Sveaskog totalt 2,7 TWh biobränslen vilket motsvarande en volym på 1 135 000 m<sup>3</sup>fub. Sveaskog ökade grotuttaget från skogen med 95 % under 2009 jämfört med 2008 (Anon. 2010a). Västerbottens marknadsområde levererade 2009 biobränslen motsvarande 70 000 m<sup>3</sup>fub. På denna nivå låg även 2010 års levererade volymer. Högsäsongen för inleveranserna sträcker sig normalt från första november till sista mars och avtar därefter nästan helt och hållet.

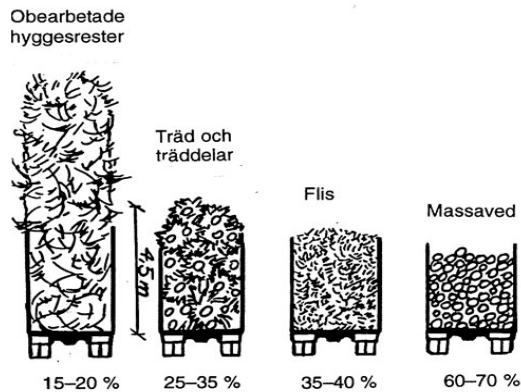
Det övergripande tillvägagångssättet att tillvara, sönderdela och transportera grot i samband med slutavverkning är gemensamt inom Sveaskog förvaltning även om det förekommer vissa skillnader mellan de olika marknadsområdena. System som innefattade buntning slutade användas inom Sveaskog 2008 då försök visade på stora buntningskostnader och därmed dålig kostnadseffektivitet (Engman 2010, pers. komm.).

Grot transporteras bort från hygget med en skotare med ett breddat och/eller förlängt lastutrymme. Tidpunkten för när skotningen kommer att utföras beror huvudsakligen på vart groten torkats innan sönderdelning. Om skotning sker direkt efter avverkning skotas materialet som ”gröngrot” till avlägg och tillåts där torka och barra av sig. Vid hyggeslagring sker lagringen i vältor på hygget under en sommar för att torka och barra av sig. Torkning vid hygget senarelägger därmed utskotningen av avverkningsresterna. Om avverkningen utförs månaderna innan semestern och riset ska hinna torka innebär det att skotningen tidigast kommer ske senare under hösten. För att undvika markskador på svaga marker kan uttransporten behöva utföras nästkommande vinter. Det är på dessa svaga marker, ofta grandominerande, som den stora grotvolymen finns.

Nya direktiv inom Sveaskog från september 2010 kommer resultera i att biobränslet inte torkas på hygget utan skotas ut direkt till avlägg i samband med avverkningen. Man undviker då ytterligare en etableringskostnad enbart för grotskotningen vilket gör hela systemet effektivare. Etableringen av ny skog underlättas och kan påbörjas i ett tidigare skede eftersom riset inte ligger kvar lika länge på hygget. Grönskotning direkt efter avverkningen leder dessutom till jämnare maskinutnyttjande för flismaskinerna över året (Kjellberg 2010 pers. komm.).

För att upprätthålla ett högt lastutnyttjande och reducera transportkostnaderna utförs en sönderdelning vid avlägg innan transport till industrin (se figur 3). I Lycksele (Marknadsområde Västerbotten) sker transporter till förbrukarna i huvudsak som krossat material. Större delen krossas direkt i balja med hjälp av en lastbilsmonterad kross. För att på ett bättre sätt anpassa sönderdelningen till transportavståndet samt undvika eventuella driftstopp i väntan på lastbilar med tomma baljor kan krossningen fortsätta direkt på marken för att sedan lastas med traktorlastare. Det sönderdelade materialet transporteras sedan med lastbilar utrustade med lastväxlare. När sönderdelningen sker med hjälp av krossningsaggregat sker krossningen direkt på marken och efterföljande lastning sker med hjälp av traktor eller självlastande lastbil. Det är enbart skrymmande volymer som

transporteras som lösgrot till kund. Det är enbart aktuellt då mindre avlägg skall tömmas eller då flisning av annan orsak inte är lämpligt (Engman 2010, pers. komm.). På marknadsområdet Södra Norrland sker sönderdelningen vid avlägget med hjälp av flisaggregat monterat på en skotare. Sönderdelningen sker direkt i den fastmonterade baljan på skotaren. När denna är full töms den direkt på marken eller i väntande lastbil. När flisen tippas direkt på marken hämtas den sedan av en självlastande lastbil med kran.



**Figur 3.** Lastutnyttjande beroende på lastens kompaktering (Bilden från Skogforsks hemsida).

*Figure 3. The efficient use of cargo depending on density (picture from Skogforsk homepage).*

## 1.5 Problemformulering

Förutsättningarna för uttag av grot skiljer sig mellan olika regioner i norra och södra Sverige, där villkoren för en effektivare hantering av grot kan vara bättre i södra Sverige (Anon, 2010b). I de södra delarna finns de skogliga förutsättningar med en generellt sett högre medelbonitet, en större granandel, ett kortare medeltransportavstånd till fler förbrukare och i allmänhet lägre kostnader för vinterväghållningen (Anon, 2010b). De varierande förutsättningarna kan medföra vissa svårigheter för företag med en nord-sydlig utbredning på sitt skogsinnehav. Framställandet av gemensamma riktlinjer och arbetssätt, som många gånger kan vara eftersträfvansvärt för skogsbolagen, kan vara svårt då lämpade maskinsystem, hanteringsmodeller och passande grottrakter varierar så mycket inom Sverige (Björheden & Thorsén, 2010). Sveaskogs ambition att öka biobränsleproduktionen kan medföra att grotanpassade avverkningar även föreslagits på ekonomiskt mindre lämpade objekt. Det kan t.ex. röra sig om mindre avverkningstrakter med långt plogningsavstånd och som p.g.a. liten totalvolym eller granandel resulterat i avlägg med liten grotvolym.

Skogsbränsle är ett sortiment som tas ut året om på lämpliga ståndorter, men som till största del förbrukas vintertid. Att förbrukningen till största del är förlagd till vinterhalvåret medför logistiska och lagermässiga problem. Att transportera grot direkt från avverkningsplatsen och lagra vid industri alternativt terminaler medför kostnader för lagring och omlastning. Terminalhantering ökar behovet av lagringsyta, något som kan vara svårt att hitta i nära anslutning till industrin och lagringskapaciteten hos förbrukarna kan idag ofta vara mycket begränsad. Alternativet till terminalhantering är att lagra skogsbränslet vid hygge eller avlägg (s.k. väglager) då sänks lagerkostnaden eftersom man

slipper kostnader för markhyra. Väglagring vintertid innebär inte bara ökade logistiska svårigheter utan resurser, bland annat i form av att tillgängliga väghållningsmaskiner och personal måste avsättas för att klara vinterväghållningen. Kostnaderna för bland annat upptagning och plogning av vägnätet ökar vintertid. Vintertid kan det vara svårt att upprätthålla en hög kapacitet i skogsbränsleflödet p.g.a. den försämrade tillgängligheten. Beroende på hur anskaffningen av groten ser ut för distriktet kan det för samma grothög krävas 2-3 upptagningar. För ett sortiment med små marginaler, jämfört med timmer, så kan vinterväghållningen procentuellt sett vara en stor kostnadspost. Detta är särskilt aktuellt i de norra delarna av Sverige med en generellt sett lägre grotvolym/ha och en längre plogningssäsong. Väghållningen, sommar som vintertid, har tidigare varit helt knuten till massa- och timmersortimenten. Intäkten för dessa sortiment har historiskt sett legat på sådana nivåer att väghållningskostnaderna bedömts vara rimliga i förhållande till de relativt höga intäkterna. Att varje sortiment är ämnat att bära sina egna kostnader är något som verkligen bör beaktas speciellt när biobränslen inträtt som ”nytt” sortiment på marknaden och med helt andra ekonomiska förutsättningar. Därför är det viktigt att undersöka de merkostnader som väglagringen innebär, speciellt vintertid.

## ***1.6 Vinterunderhåll och snöförhållanden***

Sveaskog underhåller årligen 1600-1800 mil huvud- och normalvägar. Behovet av plogning uppskattas enbart där Sveaskog är huvudansvarig för väghållningen d.v.s. på det egna skogsbilvägnätet fram till allmän eller bidragsväg där plogningen utförs av annan aktör eller delfinansieras med hjälp av statligt stöd. Vägunderhållet vintertid innebär ökade kostnader för bland annat sandning, snöplogning, ishyvling och snödikning. Totalkostnaderna för vinterunderhållet varierar år för år beroende på nederbörds mängd och temperatur. Plogningssäsongen i Västerbotten sträcker sig generellt från 15 oktober till 31 mars men är i inlandet förlängd med ungefär en månad jämfört med kustområdet. Antalet plogturer ligger vanligtvis på 20 st. i kustområdet och det dubbla i inlandet. 20 % av plogturerna i norra Sverige är orsakade av drivsnö (Ahlenius 2010, pers. komm.).

Kostnaden (kr/km) för plogningen av huvudvägnätet (stomvägar/bidragsvägar) är relativt permanenta då de grundar sig i den kontraktering som med jämna mellanrum ombesörjs med åkerierna. Eftersom hela skogsbilvägnätet inte underhållsplogas under vintern är en initial upptagning av berörda skogsbilvägar i de allra flesta fall nödvändigt för att förmå att tömma avlägg och utföra transporten till förbrukarna. Omkostnaderna för bortforslandet av snön i samband med upptagningen varierar en hel del beroende på vägens status och ytliga kvalitet, huruvida vägen plogats tidigare under samma vintersäsong, avståndet till berörda vägobjekt, den faktiska väglängden samt vissa år även vägens bärighetsklass. Bärigheten ger avtryck på upptagningskostnaden särskilt då stora snömängder faller tidigt på hösten. Vägbanan blir då svag och mjuk vilket försvårar plogningen på grund av dålig tjäle (Ahlenius 2010, pers. komm.).

Valet av maskintyp beror i mångt och mycket på de rådande väg- och snöförhållandena. De maskiner man har att välja på är förutom den konventionella plogbilen, hjullastare med plog alternativt skopa eller en vinterutrustad väghyvel. Om snön har en gynnsam konsistens, vägen är stenfri och ytan frusit till, lämpar sig plogbilen bäst för upptagning och upplogning av vägen upp till några decimeter (~3dm). Kostnaden för denna åtgärd kan beroende på förutsättningarna ligga på mellan 300 och 500 kr/km. När snödjupet tilltar och

passerar 5 dm stiger kostnaden för upptagningen då kravet ökar på att upprepade gånger bearbeta vägsträckningen med maskinen för att kunna erhålla en jämn och snöfri vägyta. För att möjliggöra ett effektivt bortförande av snön vid tilltagande snödjup krävs större och tyngre maskiner. Prissättningen för en upptagning med hjullastare eller väghyvel är svårare att förutsäga men vid normala förhållanden med 6-7 dm snö kan plogkostnaderna ligga på 800-1000 kr/km. Mardrömsscenarioet är om skotertrafik etablerats längs vägen vilket fördyrar upptagningen avsevärt (Ahlenius 2011, pers. komm.). En uppskattning av underhållskostnaden beroende på snödjup visas nedan i tabell 1. Priserna förutsätter givetvis gynnsamma förhållanden i snökonsistens och en frånvaro av skoterkörning. Uppskattningen är schabloniserad och grundar sig på ett teoretiskt resonemang framställt av vägmästaren på marknadsområdet Västerbotten. Resonemanget utgår från tillgänglig maskinkapacitet, arbetslivserfarenhet samt erfarenhetstal hämtade från skötseln av Sveaskogs väginnehav i Västerbotten.

**Tabell 1.** Teoretiska plogningskostnader beroende på aktuellt snödjup

*Table 1. Theoretical ploughing costs depending on actual snow depth*

<b>Åtgärd samt ungefärligt snödjup</b>	<b>Ungefärlig kostnad kr/km</b>	<b>Ungefärlig kostnad kr/m</b>
Vinterplogning ~ 0,2m	100-150	0,15
Plogning (upptagning) ~ 0,3 m	300-500	0,50
Plogning (upptagning) ~ 0,6-0,7m	800-1000	1,00
Plogning (upptagning) >= 1m	1500-2000	2,00

Snötäcket varierar inte bara i djup geografiskt utan även i sammansättning under vinterhalvåret. Orsaken till snötäckets geografiska variation är att snöfallet med hjälp av vinden ansamlas i naturliga svackor och längsefter tydliga landskapsgränser som t.ex. skogsgränser. Snötäcket blir tunnare i mer vindutsatta lägen. Snödjupet varierar även med höjden över havet. Detta beror främst på att temperaturen sjunker med höjden och därför faller nederbörden oftare som snö på höga höjder. (Eriksson, 1990). Snödjupet är inte konstant utan förändras ständigt under vintersäsongen även om det inte adderas någon nysnö. Variationen i snösammansättningen under året orsakas av en ständigt pågående omvandling där snö packas, smälter eller avdunstar. Rådande väderförhållande vid snöfallet och då främst temperatur och fuktighet påverkar snötäckets ackumulation och densitet (Brandt, 1986). Upptagningskostnaderna är inte bara beroende av snödjupet utan densiteten är ännu en bidragande faktor. Att härleda densiteten till en specifik upptagningskostnad är svårt då kostnaden även är beroende av andra variabler. Ett kompakt snötäcke medför dock större omkostnader. Behovet av större maskiner blir då ofrånkomligt samtidigt som tidsåtgången för själva snöröjningen förlängs. Densiteten varierar under vinterhalvåret och i vilken form snön faller. Det är stora densitetsskillnader mellan ”fluffig” och ”våt” nysnö vilket visas i tabell 2.

**Tabell 2.** Densiteten hos snö (Hämtad från Brandt & Eklund 1999)  
**Table 2.** The density of snow (extracted from Brandt & Eklund 1999)

Snötyp	kg/m <sup>3</sup>
Mycket fluffig nysnö	< 30
Nyfallen torr nysnö	30-100
Våt nysnö	100-200
Vindpackad snö	200
Packad senvinternö	200-300
Vårnsnö under avsmältningens slutskede	400

Densiteten förändras av rådande dygnsmedeltemperatur, vindförhållanden, solljus (vilket påverkar avdunstningen) och annan nederbörd som regn. Att densiteten ökar längre in på säsongen beror på att mängden vatten ökar i snötäcket (Brandt & Eklund, 1999).

## 1.7 Syfte

Att för bibränslesortimentet beräkna merkostnader kopplade till väghållningen vintertid samt undersöka om eventuella sambandsvinster<sup>1</sup> är möjliga vid uttag av andra sortiment. Att utifrån ett befintligt antal grotavlägg inom ett geografiskt avgränsat område inom Lycksele kommun beräkna ett teoretiskt plogningsbehov, utreda ett möjligt alternativ till väglagring och påvisa eventuella kostnadsbesparingar för vinterunderhållet.

## 1.8 Frågeställning

- Är det möjligt att reducera väghållningskostnaden vintertid genom eventuella sambandsvinster med andra sortiment inom projektområdet eller genom att tidigt på säsongen utföra transporterna av mindre grotavlägg?
- Hur förändras kostnaderna för vinterunderhållet under vintersäsongen?
- Hur skulle ett alternativ till dagens väglagring av grot kunna vara utformat?
- Hur varierar väghållningskostnadens relation till intäkten vintertid utifrån de befintliga grotavläggens avstånd till allmän väg, plogningsbehov och bedömd totalvolym?

<sup>1</sup> Med sambandsvinster menas ekonomiska besparingar då exempelvis kostnaderna för plogning och/eller upptagningen kan delas mellan grot och massa/virke sortimentet.

## 2. Material och metod

För att begränsa omfattningen på studien har en geografisk avgränsning gjorts. Projektområdet ligger i Västerbottens län inom Lycksele kommun. Området gränsar i öst och västlig riktning av Lycksele kommungräns. I norr gränsar området till Vindelälven och i söder till Umeälven. I området som illustreras i bilaga 1 har Sveaskog det största markinnehavet på ca 98 000 ha skogsmark och under vintersäsongen 2010/11 fanns där 30 avlägg av varierande storlek. Det var dessa avlägg som omfattades i arbetet.

### 2.1 Sambandsvinster

Eventuella sambandsvinster med andra sortiment undersöktes genom att i ArcMap 10 lägga in föreslagna avverkningar som "shapefiler" och befintliga grotavlägg som punkter. På så sätt gick det att visuellt undersöka möjligheten att tömma befintliga grotavlägg samtidigt som drivning och transport av virke utfördes på de föreslagna avverkningarna inom projektområdet. Att grotavläggen låg längs samma skogsbilväg som de föreslagna avverkningarna är en förutsättning för möjliga sambandsvinster. Potentiella intervåghållningskostnader skulle då kunna delas mellan sortimenten.

### 2.2 Snöförhållandena

Data från SMHI:s väderstationer användes för att utreda de varierande snödjupsförhållandena mellan olika väderstationer (bilaga 1) under en vintersäsong och variationen i snödjup mellan olika säsonger inom projektområdet. Snö och nederbördsdata från SMHI stationerna Norrbäck, Gunnarn, Kroksjö, Malå, Bäverträsk, Rusksele, Norrby, Brännforsund, Talliden och Lycksele flygplats har analyserats. Vinterperioden avgränsades från 1 oktober t.o.m. 15 april under åren 1999/00-2009/10. Upplösningen i snödjupsmätningen varierade mellan de olika stationerna från daglig mätning till 1-5 mätningar/månad. Stationerna Gunnarn och Malå var de enda stationerna med daglig snödjupsmätning övriga stationer hade åtminstone en snödjupsmätning/månad. På grund av oregelbundna snödjupsdata omfattades slutligen inte stationerna Rusksele, Talliden och Lycksele flygplats i snödjupsstudien.

Snödjupsinformationen bearbetades i ett kalkylprogram. För att åstadkomma en snödjupskurva även för stationer utan daglig snödjupsmätning genomfördes en linjär interpolering där nya snödjupsvärden genererades utifrån två befintliga och i tiden åtskilda snödjupsvärden. Vid linjär interpolering antas de nya snödjupsvärdena följa ett linjärt samband mellan mättillfällena. Nederbördsdata bearbetades för samtliga stationer varvid den ackumulerade nederbörden under perioden kunde analyseras. Denna analys lämpade sig bäst för stationer med daglig mätning. Vid dessa stationer var det möjligt att se om nederbörden fallit som snö eller som regn. För de stationer som omfattades i snödjupsstudien bearbetades snödjupet med avseende på extremvärden. Analysen visade på det faktiska spannet på snödjupvariationen under den studerade perioden. För åren 1999-2010 analyserades även för varje station och säsong antalet dagar med ett ihållande snötäcke på  $\geq 20$  cm,  $\geq 40$  cm,  $\geq 70$  cm och  $\geq 90$  cm. Variationen i snödjup mellan stationerna och de olika vintersäsongerna blev på så sätt synliggjorda.



## ***2.3 Teoretiska plogkostnader/verkliga plogkostnader***

Den teoretiska plogningskostnaden diskuterades fram med hjälp av intervjuer och mailkontakt med vägmästare Stefan Ahlenius, stationerad på Sveaskogs kontor i Lycksele. Som kvalitetssäkring för att undersöka hur väl det teoretiska resonemanget stämde överens med verkligheten utfördes en jämförelse av den teoretiska kostnaden och den verkliga kostnaden på ett grotobjekt inom projektområdet där en plogningsåtgärd utförts under vintersäsongen 2010/11.

En jämförelse utfördes av snöförhållandena mellan den rådande vintersäsongen (2010/11) och tidigare säsonger inom undersöksperioden (1999/00-2009/10). Jämförelsen utfördes på dem avlägg inom projektområdet som transporterats och mätts in vid industri under vintersäsongen 2009/10 och 2010/11. Då tidpunkten för själva transporten saknades så var det snöförhållandena vid datumet för inmätning vid industri som jämfördes med tidigare år. På så sätt åskådliggjordes variationen i snödjupet vid samma tid mellan de olika säsongerna samt hur valet av tidpunkt för transporten under säsongen påverkades av snödjupet. Det aktuella snödjupet vid det datum då respektive avlägg mättes in bestämdes genom att avläsa snödjupet på den närmast belägna väderstationen.

## ***2.4 GIS-modellen***

Med hjälp av GIS<sup>2</sup> program skapades en modell med uppgift att beräkna ett plogningsavstånd för grotavläggen inom projektområdet. Plogningsavståndet beräknades längs klassade skogsbilvägar från respektive grotavlägg fram till skogsbilvägens anslutning till det allmänna vägnätet. Avlägg belägna längs allmänna vägar saknade kontakt med de klassade skogsbilvägarna och fick därför inget plogningsavstånd. Samma gällde även för avlägg i behov av anläggandet av vinterväg. Dessa vintervägar var inte digitaliserade i den Nationella väg databasen (NVDB) och saknade därför plogningsavstånd.

Genom att i modellen lägga in en plogningskostnad (kr/m) var det möjligt att få ut en total plogningskostnad för varje avlägg. Denna kostnad kunde därefter jämföras med en bedömd intäkt. Intäkten erhöles genom att i modellen lägga in ett pris för groten (kr/m<sup>3</sup>fub) och multiplicera detta pris med den uppskattade grotvolymen för respektive avlägg. Priset erhöles från Energimyndigheten och låg för värmeverken i norra Sverige på 187 kr/MWh (Prisblad för biobränslen, torv m.m. Nr 1/2010). Då priset som värmeverken betalade för skogsflisen var uttryckt i kr/MWh och volymen på avläggen var uttryckta i m<sup>3</sup>fub så användes omräkningstal som omvandlade MWh till m<sup>3</sup>fub. Omräkningstalen som användes var att skogsflis med en fukthalt på 35-40% på 0,5 m<sup>3</sup>fub motsvarade 1 MWh. Omräkningstalet inhämtades från boken ”Praktisk Skogshandbok” (Håkansson & Steffen 1994).

GIS-modellen skapades med hjälp av data enligt tabell 3 nedan.

---

<sup>2</sup> Geografiskt informationssystem

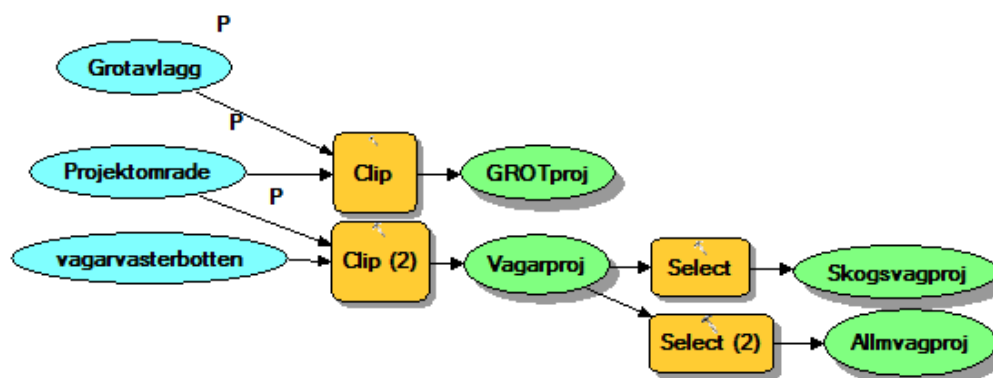
**Tabell 3.** Förklaring av metadata som användes i modellen

**Table 3.** Declaration of metadata used in the model

Lagernamn	Ursprung	Skapare	Tillverkad	Upplösning
vagarvasterbotten	NVDB <sup>3</sup>	Transportstyrelsen	Utdragen 17 nov 2010	Vektordata ~5m
GROTproj	Excel dokument: Aktuellt Grot- träddejslager	Sveaskog	Uppdaterad 17 nov 2010	Punkter -
Skogsvagproj	vagarvasterbotten	J. Edmundsson	2011	Vektordata ~5m
Allmvagproj	vagarvasterbotten	J. Edmundsson	2011	Vektordata ~5m
Korsningar	vagarvasterbotten	J. Edmundsson	2011	Punkter -
Skogs_v_ras	vagarvasterbotten	J. Edmundsson	2011	Raster 10*10m

## 2.5 Modellutförande

Modellen skapades i "Model Builder" som är en applikation till dataprogrammen ArcCatalog och ArcMap version 10<sup>4</sup> (se bilaga 14).



**Figur 4.** De initiala stegen i modelleringen.

**Figure 4.** The initial steps of modelling.

För att minska det geografiska området och mängden data att processa när modellen skulle köras valdes ett mindre projektområde ut. När projektområdet (illustrerat i bilaga 1) valts ut, var det möjligt att klippa ut nödvändig data för området från större datauppsättningar. Punktlagret "Grotavlagg" skapades ursprungligen från det kalkyldokument som Sveaskog i Västerbotten använder för bevakning av det aktuella grot- och träddejslager som ligger ute som väglager i väntan på transport. Dokumentet konverterades till en fil av lämpligt format innan det i ArcMap skapades ett punktlager för hela Västerbotten utifrån de koordinatdata som fanns angivet för respektive avlägg. Noggrannheten på koordinaterna var varierande.

<sup>3</sup> Nationellvägdatabas är ett samarbete mellan Sveriges kommuner och landsting, skogsindustrin, Lantmäteriet och Transportstyrelsen.

<sup>4</sup> Hemsida: [www.esri.se/Produkter/ArcGIS/](http://www.esri.se/Produkter/ArcGIS/)

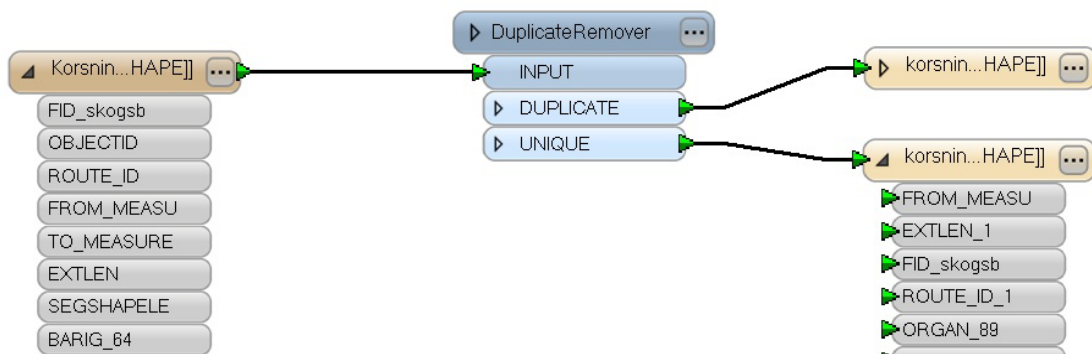
Vissa avlägg editades därför manuellt så att alla avlägg låg i nära anslutning till skogsbilvägen.

För att enbart täcka det aktuella projektområdet klipptes med hjälp av "clip" verktyget grotavläggen samt vägarna ut. Med tillhörande attributtabell var det möjligt att sortera vägarna efter den funktionella vägklassen. Vägklassningen i attributtabellen fanns under fältnamnet "Klass\_181". Vägar med vägklassen 1 t.o.m. 6 betecknade de allmänna vägarna och vägar med vägklassen 7 t.o.m. 9 betecknade skogsbilvägarna. Innan skogsbilvägarna konverterades till raster lades Fältet "Rastervarde" till med värdet 1. På så sätt fick alla raster (pixlar) i rasterlagret värdet 1 när skogsbilvägarna konverterades till raster med hjälp av verktyget "Polyline to Raster". För att öka lagerupplösningen valdes en rasterstorlek på 10×10 meter.

För att modellen skulle lyckas beräkna ett plogningsavstånd från avlägget till där skogsbilvägen korsades av allmän väg krävdes förutom avläggen ännu ett punktlager som skulle representera korsningarna. Korsningspunkterna skapades genom att med verktyget "Buffer" buffra de allmänna vägarna och skogsbilvägarna 5 meter. På så sätt skapades ur väglagrena, representerade som linjer, istället en korridor eller yta med 5 meter tillägg på vardera sidan om linjen. De allmänna vägarna och skogsbilvägarna kunde på så sätt överlappa varandra i korsningspunkten allmän väg/skogsbilväg. Genom verktyget "Intersect" framhövdes den geometriska överlappningen och all annan vägyta raderades. Kvar fanns då bara ett stort antal större och mindre ytor som motsvarade dessa korsningar. På grund av vägnas skiftande utseende och förhållande till varandra, speciellt där vägarna låg mycket tätt (exempelvis i tätbebyggda områden) kunde storleken variera från 0,00012 till 130 m<sup>2</sup>. Det övervägande antalet av ytorna illustrerades som cirklar med samma radie som bufferavståndet (5 meter). Riktvärdet på den "sanna" yta som representerade de verkliga korsningarna var dock 78 m<sup>2</sup> men kunde även den variera ned till ca 40 m<sup>2</sup>. Då "Intersect" beräknade överlappningen för både skogsväglagret och det allmänna väglagret ledde det till att dubletter av de "sanna" korsningarna skapades. De ytor som var avsevärt mycket större eller mindre än det "sanna" ytorna raderades manuellt genom att i attributtabellen selektera och radera dessa. Det fanns dock ett spann med ytor med en area på 74-40 m<sup>2</sup> där en manuell kontroll gjordes för att bestämma huruvida de var "sanna" korsningar eller bara överflödiga "skräpytor" skapade på grund av vägnas varierande utseende och förhållande till de allmänna vägarna. Dubbletterna avlägsnades med hjälp av programmet FME<sup>5</sup> Desktop 2011, genom sortering av den öst-koordinat som fanns med i attributtabellen. Det antogs inte finnas fler än en korsning med samma x-koordinat. Enligt samma resonemang skulle bortsorteringen av dubbletterna även vara möjlig med hjälp av y-koordinaterna i attributtabellen. Figur 5 visar en bild på hur dubbletterna med hjälp av punktlagrets medföljande attributtabell sorterades ut i programmet FME Desktop 2011.

---

<sup>5</sup> FME: Program för hantering, konverteringar och transformering av spatial data. Hemsida: <http://www.safe.com/products/fme-desktop/>

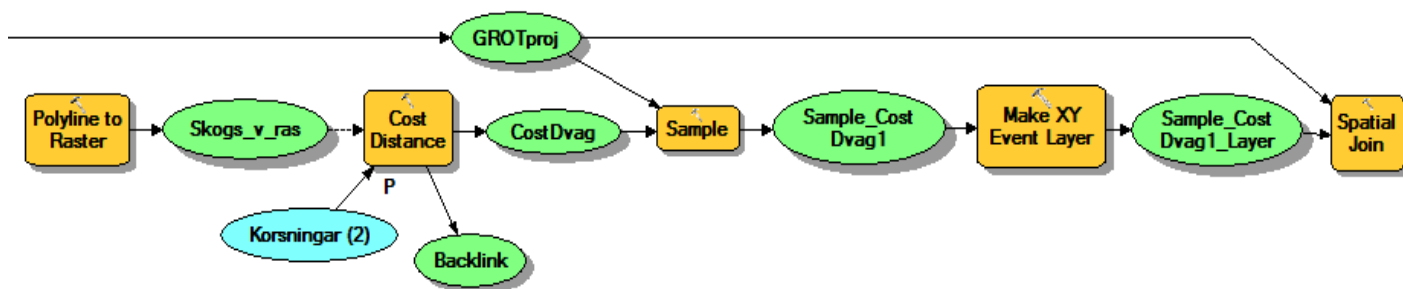


**Figur 5.** Princip hur dubletter avlägsnades i programvaran FME Desktop 2011.

*Figure 5. The principal way how duplicates were removed in the software FME Desktop 2011.*

När dubletter och andra avvikande ytor avlägsnats skapades ett punktlager genom användandet av verktyget "Feature to Point".

För att i slutändan få fram ett plogningsavstånd från varje avlägg fram till korsningarna krävdes först en analys av avståndet i rasterformat. Analysen utfördes med verktyget "Cost Distance" (se figur 6). Rasterlagret, som tidigare skapades ur skogsbilväglagret, var grunden i analysen och användes som kostnadsraster. Verktyget "Cost Distance" summerade värdet i cellerna från en startpunkt längs skogsbilvägen och fram till en bestämd stoppunkt. På så sätt kunde det ackumulerade avståndet (plogningsavståndet) beräknas baserat på pixelvärdet (alla pixlar hade värdet 1) i kostnadsrastret (skogsbilvägrastret) och antalet passerade celler. I Cost Distance analysen valdes korsningspunkterna som startpunkt. "Sample" användes för att skapa en kolumn för plogningsavståndet i attributtabellen i grotpunktlagret (GROTproj) för respektive avlägg inom projektområdet. Med verktyget "Make XY Event Layer" och "Spatial Join" valdes grotavläggen ut som slutpunkt för Cost Distance analysen.



**Figur 6.** De olika verktygen och stegen i den slutgiltiga avståndsanalysen.

*Figure 6. The different tools and steps in the final distance analysis.*

Ytterligare två fält lades till i attributtabellen i grotpunktslagret (GROTproj). Den ena representerade den beräknade intäkten (Intakt\_kr\_) och den andra den sammanlagda plogningskostnaden (Plogningskostnad) för vardera grotavlägg. Intäkten och kostnaden beräknades med hjälp av verktyget "Calculate field" där ett pris (kr/m<sup>3</sup>f) beroende på rådande prissättning lades in i modellen och multiplicerades med den uppskattade volymen vid respektive avlägg. Plogningskostnaden beräknades genom att i modellen lägga in en plogningskostnad (kr/m) bunden till rådande snödjupsförhållanden enligt tabell 1 och multiplicera denna kostnad med det ackumulerade avståndet som skapades i Cost Distance

analysen. För att återge resultatet i ett format lättillgängligt och möjligt att öppna i ett kalkylprogram användes verktyget ”Table to dBase (multiple)” för att skapa en dbf-fil.

### **Använda parametrar:**

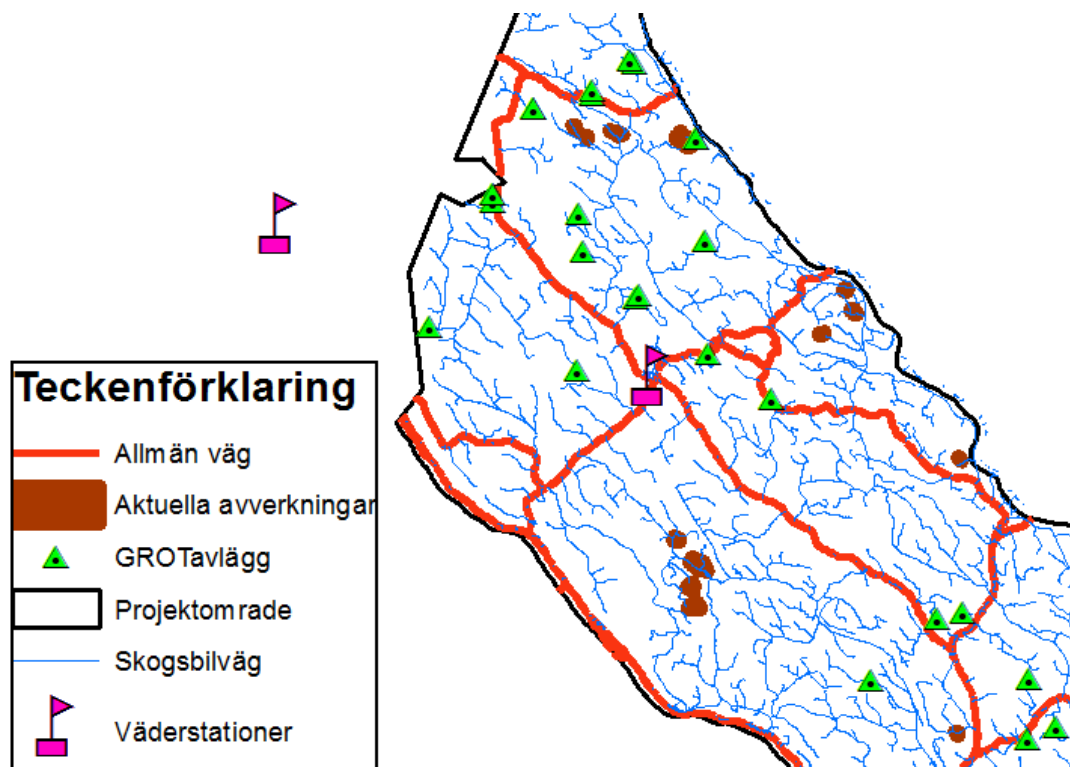
Följande parametrar kan ändras av användaren i den skapade GIS-modellen:

- Intresseområdet (varierar beroende på marknadsområde).
- Tillgängliga grotavlägg (varierar år för år och ajourhålls i ett Excel-dokument).
- Aktuella vägar (då NVDB ständigt uppdateras krävs att vägarna är en parameter).
- Korsningarna (ständiga uppdateringar av nya vägar i NVDB innebär nya korsningar).
- Pris (Priset för skogsflisen [kr/m<sup>3</sup>f] varierar under året och mellan olika år).
- Plogningskostnad (Kostnaden för plogningsåtgärden varierar bl.a. med snödjupet)

## 3 Resultat

### 3.1 Sambandsvinster med andra sortiment

Granskningen av de planerade avverkningarna inom projektområdet under vintersäsongen (2010/11) visade att det övervägande antalet hade en geografisk fördelning i kluster med en viss spridning över projektområdet. Enstaka avverkningar låg emellertid jämfört med de övriga mer avskides (se figur 7). De planerade avverkningsobjektens geografiska läge i relation till de befintliga grotavläggen visade på en mycket liten potential till eventuella sambandsvinster av vinterväghållningen mellan massa/virke och grot sortimenten. Av de planerade avverkningarna inom projektområdet var det enbart en som var beläget efter samma skogsbilväg som ett avlägg (se figur 7).



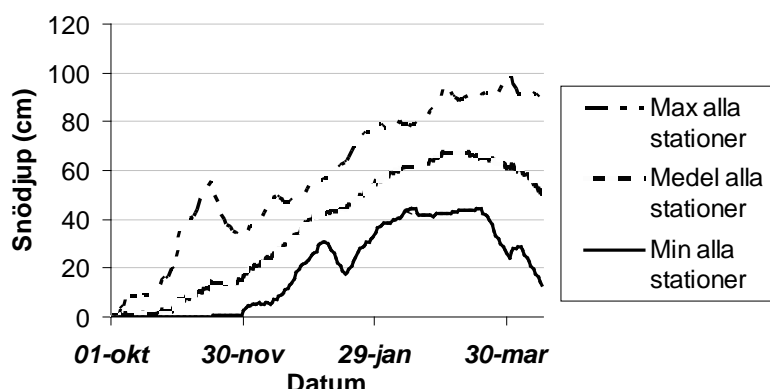
**Figur 7.** Eventuella sambandsvinster mellan grot och andra sortiment som massa/virke.

*Figure 7. Possible association benefits between logging residues and other assortments such as pulp or timber.*

### 3.2 Snödjupets variation i tid och rum

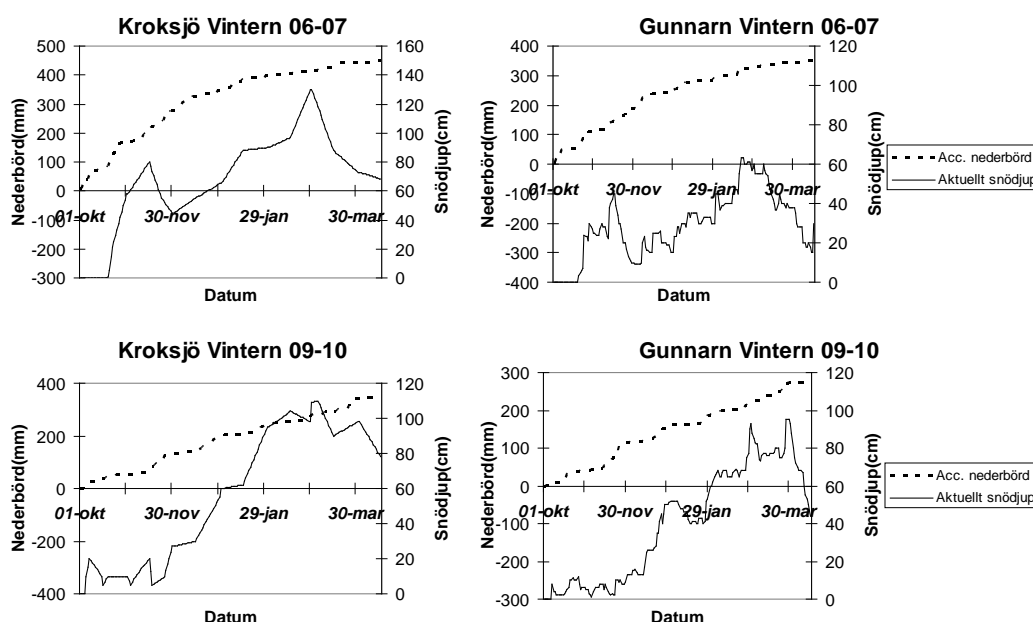
Inom projektområdet rådde det för de undersökta vintersäsongerna (1999/00-2009/10) stor variation i snödjupet under året. Inom projektområdet kan snödjupet vissa år börja byggas upp i slutet av oktober och redan den 16 november variera från 0 cm till 55 cm beroende på säsong. Den 2 mars kunde snödjupet beroende på säsong variera mellan 42-94 cm och den 15 april från 12 till 92 cm (se figur 8). Tidpunkten för när snödjupet ökar mest under

vintersäsongen tenderar att i medeltal inträffa mellan 30 november och 4 januari, i mitten av januari och i slutet av februari (se figur 8).



**Figur 8.** Medel, medelmax och medelmin snödjup för samtliga stationer säsongerna 1999-2010.  
**Figure 8.** Mean, mean-max and mean-min snow depth for all stations during the winter seasons 1999-2010.

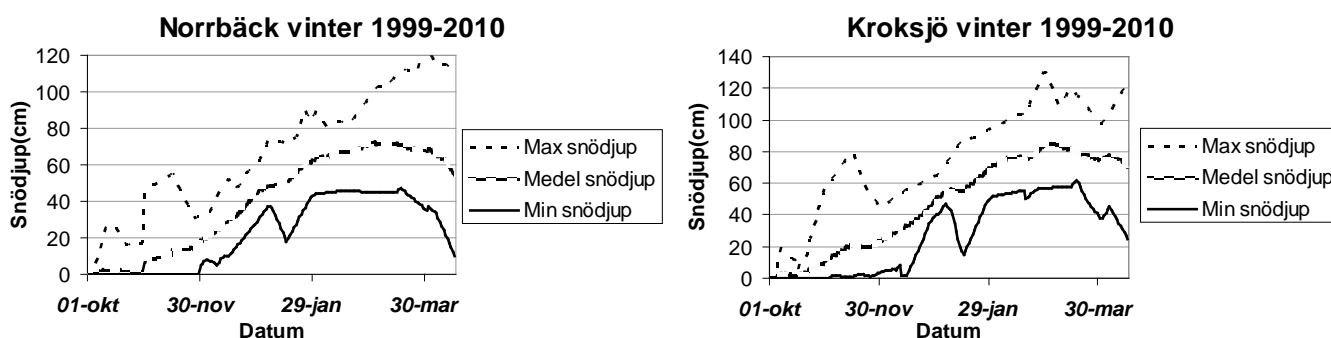
Snödjupsstudien visade att det under en och samma vintersäsong kunde det vara stora skillnader i snödjup mellan de olika snöstationerna (se bilagorna 2-8). För stationerna Kroksjö och Gunnarn gick det, trots varierande upplösning i snömätningen, att upptäcka skillnaderna i snödjup mellan stationerna under säsongerna 2006/07 och 2009/10. För vintersäsongen 2006/07 hade Kroksjö ett snödjup på 80 cm den 15 november medan snödjupet i Gunnarn låg på 45 cm (se figur 9). Den största snödjupsskillnaden mellan stationerna Gunnarn och Kroksjö under säsongen 2006/07 inträffade i slutet av februari då differensen mellan stationerna var hela 72 cm (se figur 9). Jämför man snödjupsförhållandena vid väderstationerna Kroksjö och Gunnarn under vintersäsongen 2006/07 med säsongen 2009/10 så går det att se att ett betydande snötäcke började byggas upp relativt tidigt under säsongen 2006/07 (se figur 9).



**Figur 9.** Variationen i snödjup mellan stationer och vintersäsonger<sup>6</sup>.

*Figure 9.* The variation in snow depth between wheatear stations and winterseasons<sup>6</sup>.

Spännvidden mellan det största och minsta uppmätta snödjupet under de undersökta vintersäsongerna kan variera en hel del (se bilaga 9). Väderstationerna Norrbäck och Kroksjö hade under den undersökta perioden en spännvidd, mellan det största och minsta uppmätta snödjupet på 55 cm respektive 79 cm den 15 november (se figur 10). Den 30 mars var spännvidden hela 89 cm i Norrbäck (se figur 10).



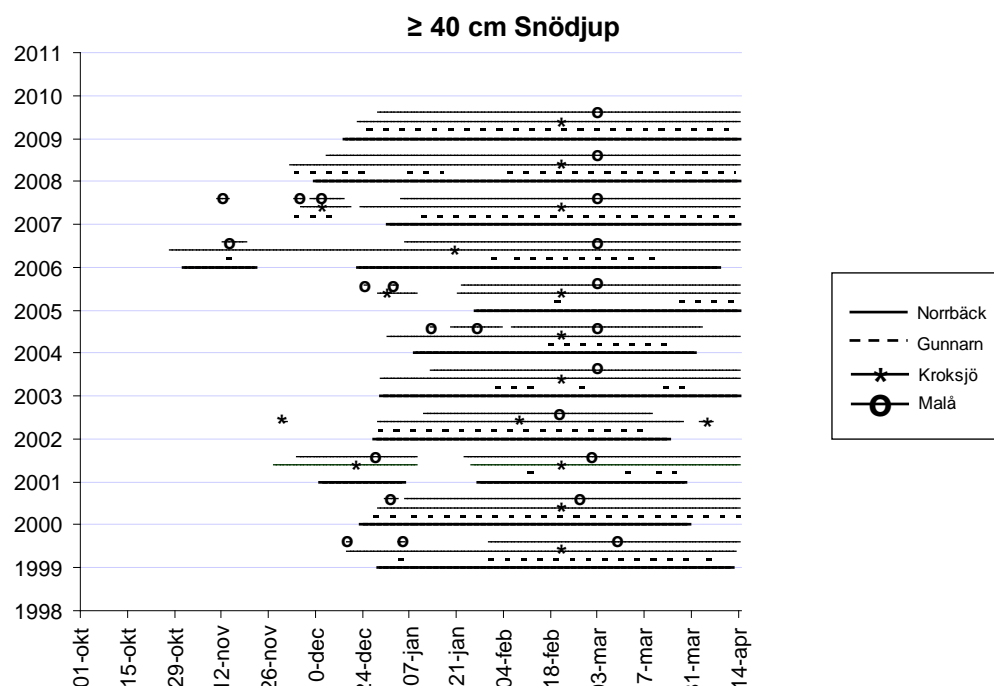
**Figur 10.** Medel, min och maxsnödjup vid stationerna Norrbäck och Kroksjö åren 1999-2010.

*Figure 10.* Mean min, and Max snow depth at station Norrbäck and Kroksjö between the years 1999-2010

Djup och varaktighet på snötäcket varierar mellan stationerna och de undersökta säsongerna. Snödjupet hade under vintersäsongen 2001/2002 uppnått 40 cm i början av december vid stationerna Norrbäck, Kroksjö och Malå medan det i Gunnarn dröjde ända fram till början av februari (se figur 11). Generellt sträcker sig varaktigheten för snödjup över 40 cm från mitten på december till början på april. Vid snörika säsonger som under säsongen 2006/07 passerade snötäcket i Kroksjö 40 cm redan i slutet av oktober. Under denna vintersäsong understeg snötäcket aldrig 40 cm i Kroksjö (se figur 11).

<sup>6</sup> Negativa värden i figurerna indikerar inte en negativ nederbörd de är bara en förutsättning för att åstadkomma en figur med dubbla axlar.

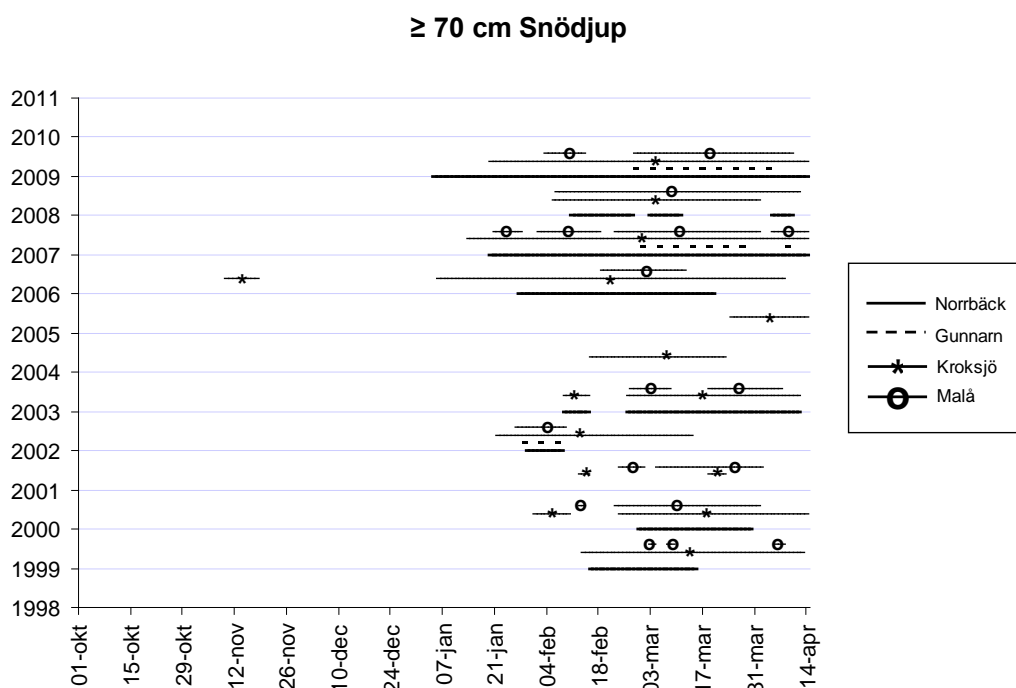




**Figur 11.** Varaktigheten för snödjup  $\geq 40$  cm.

**Figure 11.** The continuance of snow depth  $\geq 40$  cm.

Större snödjup har under de undersökta säsongerna haft kortare varaktighet (jämför bilagorna 9-12). Snödjup på 70 cm eller mer är vanligare längre in på säsongen bortsett från vintersäsongen 2006/07 då snödjupet i Kroksjö nådde höga nivåer redan i mitten på november (se figur 12). Höga snödjup kan, även om snötäckets varaktighet i dagar varierar mellan stationer och säsonger, väntas från början av januari och ända fram till mitten av april. Undantaget är vintersäsonger med mindre snömängder som säsongen 2004/05 och 2005/06. Då var det enbart vid stationen Kroksjö som snötäcket översteg 70 cm med en varaktighet på 39 dagar under 2004/05 och ca 10 dagar 2005/06 (se figur 12). Snödjupet kan på grund av ständigt pågående avsmältning och packning av snötäcket under säsongen understiga 70 cm för att sedan byggas på och överstiga 70 cm vid flera tidpunkter. Under vintersäsongen 2007/08 översteg snötäcket i Malå 70 cm vid fyra olika tillfällen (se figur 12).

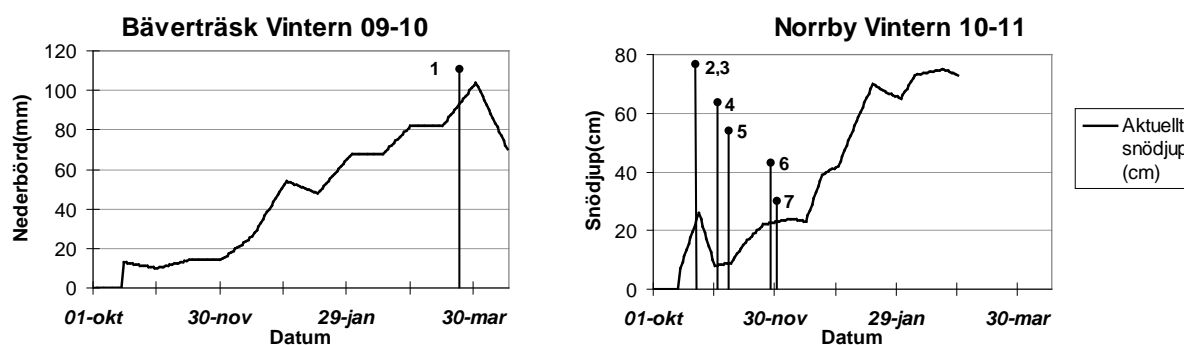


**Figur 12.** Varaktigheten för snödjup  $\geq 70$  cm.

**Figure 12.** The continuance of snow dept  $\geq 70$  cm.

### 3.3 Snödjupet vid datum för inmätning av grotvolymer

För 13 av avläggerna inom projektområdet fanns en tidangivelse då inmätning vid industri utfördes. Då den verkliga tidpunkten för vinterupptagningen saknades för samtliga avlägg utom ett blev inmätningen den punkt där snödjupet betraktades för de 13 berörda avläggerna. Avlägg Hattjaur (virkesorder 20325231) och Granliden (virkesorder 20325215), mättes in vid industri 20 respektive 29 september 2010. Då snödjupet vanligtvis byggs upp först i början på oktober medför inmätningar i september normalt inget snötäckte (se figur 8). En genomgång av avlägg 1. Grestbergsvägen, 2. Västmanbrånan, 3. Brånan, 4. Högländet, 5. Fäboliden, 6. Trollryggen och 7. Fårtjärn visar att inmätning som utförs sent på säsongen medför högre risk för betydande snödjup jämfört med tidigare under säsongen (se figur 13). Avlägg 1 hade vid inmätning den 25 mars vintersäsongen 2009/10 ett snödjup på 96 cm (se figur 13). För de studerade vintersäsongerna var detta det högst uppmätta snödjupet vid närmsta väderstationen i Bäverträsk. Snödjupets medelvärde i Bäverträsk under vintersäsongerna 1999/00-2010/11 för den 25 mars ligger på 70 cm men kan snöfattiga säsonger sjunka ned mot 48 cm (se bilaga 9, Medel, Min, Max Bäverträsk). En tidigareläggning av uttransport och inmätning med två månader hade under vintersäsongen 2009/10 inneburit ett reducerat snödjup på närmare 40 cm för avlägg 1 (se figur 13). I Norrby var under vintersäsongen 2010/11 det aktuella snödjupet den 4 november, vilket var tidpunkten för inmätning av avlägg 4, 8 cm vilket tangerade medelvärdet under undersöksperioden. Snödjupet i Norrby den 4 november under säsongerna 1999/00-2010/11 varierade dock mellan 0 cm snöfattiga år och 39 cm snörika år (se bilaga 9 Medel, Min, Max Norrby). Hade avlägg 4 uttransporterats tre månader senare under säsongen 2010/11 hade det inneburit en snödjupsökning på nära 50 cm (se figur 13).



**Figure 13.** Current snow dept on a number of landings and the date of measure at industry.

### 3.4 Modellen – Plogningsavstånd

Avlägg belägna långt ifrån korsningen, där skogsbilvägen ansluter till det allmänna vägnätet, fick ett längre plogningsavstånd jämfört med avlägg belägna i nära anslutning till allmän väg (se bilaga 13). Ett långt plogningsavstånd medförde därför högre kostnader för plogningen (se tabell 4). Kostnaderna som lades in i modellen var 0,5 kr/m, 1 kr/m och 2 kr/m och motsvarade ett snödjup på ~3 dm, ~6-7 dm och ~1 m. En jämförelse mellan intäkten (beräknat utifrån den uppskattade volymen) vid varje avlägg och kostnaden för plogningen visade att vid stora snödjup, med höga plogningskostnader som följd, faller en stor del av nettot bort bara till plogningskostnad speciellt vid avlägg med liten uppskattad volym och stort plogningsavstånd. För avlägg Stenträsk, som har en plogningssträcka på nästan 1,5 mil och en uppskattad volym på 238 m<sup>3</sup>fub går nästan en tredjedel av nettot förlorat bara i plogningskostnader vid stora snödjup (se tabell 4). För avlägg Hattjaur med ett plogningsavstånd på ca 1 mil reduceras nettot vid stora snödjup med mer än hälften (se tabell 4). Kattiskojevägen är ett annat exempel på ett litet avlägg med förhållandevis höga plogningskostnader (se tabell 4). Till skillnad från mindre avlägg kan avlägg med stor uppskattad volym trots långa plogningsavstånd bära kostnader orsakade av vinterunderhållet. Fäboliden med en uppskattad volym på 492 m<sup>3</sup>fub och ett relativt långt plogningsavstånd på 7,4 km har i förhållande till intäkten en låg kostnad för plogningen trots det långa avståndet (se tabell 4).

**Table 4.** Abstract from the result table, made by the GIS model

Virkesorder	Namn	M3fub	Plogavstånd (m)	Intäkt (kr) <sup>7</sup>	kostnad (0,5 kr/m)	kostnad (1 kr/m)	kostnad (2 kr/m)
20325142	Stenträsk	238	14699	89012	7350	14699	29398
20272359	Hästabäcksv.	326	11586	121924	5793	11586	23172
20325231	Hattjaur	104	11255	38896	5628	11255	22510
20325088	Västmanbrånan	300	9647	112200	4823	9647	19294
20304706	Fäboliden	492	7357	184008	3678	7357	14714
20325053	Höglandet	740	4543	276760	2271	4543	9086
20325053	Höglandet	93	4489	34782	2244	4489	8978
20147627	Smälänningssv.	132	3700	49368	1850	3700	7400
49500759	Kattiskojev.	18	1668	6732	834	1668	3336

<sup>7</sup> 374 kr/m<sup>3</sup>fub är priset som använts efter omräkning från kr/Mwh.

### ***3.5 Verkliga plogningskostnader***

Under den studerade vintersäsongen var det enbart en plogningskostnad som kunde härledas till ett avlägg. Enligt fakturan utfördes upptagning av avlägg Hästbäcksvägen den 19 januari 2011. Närmaste stationen för detta avlägg är Norrby och snödjupet var då 69 cm vid tidpunkten för upptagningen. Återknyter man detta snödjup till den teoretiska plogningskostnaden torde kostnaden per meter vid 70 cm snödjup ligga på ca 1 kr/m. För Hästbäcksvägen med ett plogningsavstånd på drygt 1,2 mil borde då totalkostnaden för upptagningen ligga på ungefär 11586 kr (se tabell 4). Den verkliga kostnaden för upptagningen av detta avlägg blev 5700 kr vilket visar sig vara hälften av den teoretiska kostnaden.

## 4 Diskussion

### 4.1 Kritisk granskning av material och metodval

Hade data rörande reella upptagningskostnader och det faktiska snödjupet vid själva upptagningen varit tillgängliga vid starten av arbetet så hade det varit möjligt att utföra en regressionsanalys. Detta för att undersöka hur upptagningskostnaden beror på aktuellt snödjup och plogningsavstånd. En funktion hade då kunnat åstadkommas som förklarat detta samband och på så sätt gett en kostnad för upptagningen beroende på snödjupet. En sådan funktion hade dock enbart omfattat den rådande vintersäsongen såtillvida man inte haft tillgång till upptagningskostnader från flera olika vintersäsonger. Jämförelsen mellan teoretisk och verklig upptagningskostnad gjordes endast för ett avlägg, Hästbäcksvägen, och är inte tillräcklig för att ifrågasätta de teoretiska antaganden som gjorts. Snöförhållandena vid tidpunkten för upptagningen av avlägget Hästbäcksvägen kan just för det studerade året ha varit ovanligt goda. Detta kan vara en förklaring till att den faktiskt utförda upptagningen resulterade i en lägre kostnad än den teoretiska, där kostnaden bygger på erfarenhetstal baserade från ett flertal vintersäsonger.

Eftersom det råder områdesbundna snödjupsvariationer hade snödjupet vid tidpunkten för plogningen kunnat mätas på plats. Mätstationerna ligger i vissa fall flera mil ifrån varandra och kan därför inte ge ett helt tillförlitligt snödjup. Hade dessutom antalet maskintimmar förbrukade under vinterplogningen varit kända hade det varit möjligt att undersöka hur stor besparingen för distriktet hade blivit om man förändrade ersättningen till entreprenörerna.

Valet av mätstation har stor inverkan på studien av snöförhållandena inom projektområdet. Då snödjupet tenderar att öka med höjden över havet så innebär det att stationer belägna på hög höjd har en benägenhet att dra upp snödjupsmedelvärdet något för hela området. Väderstationen Kroksjö var belägen på 520 meter över havet och hade, jämfört med Gunnarn som låg på 278 meters höjd, generellt ett högre snödjup (jämför bilagorna 2 & 4).

Snödjupsmedelvärdena från studien bör enbart ses som periodmedeltal för de studerade vintersäsongerna mellan 1999-2010 och inte som normalvärden. Osäkerheten i snödjupsmedelvärdet för de 11 studerade vintersäsongerna är alldeles för stor. För att kunna kalla medelvärdet för normalvärde samt för att se samband och dra säkra klimatologiska slutsatser från utredningen av snödjupsförhållandena skulle det krävas fler sammanhängande vintersäsonger, hur många är svårt att säga, men ju fler desto bättre. Det var den begränsade tidsramen och den tidskrävande datahanteringen som avgränsade innehållet i den här utredningen.

Den varierande upplösningen i snödjupsmätningen mellan stationerna hade en viss påverkan på studien. I studien var det enbart 2 stationer som hade daglig snödjupsmätning. En bättre upplösning hade möjliggjort en analys om när snötäcket ökar som mest under vintersäsongen. Den ackumulerade nederbörden hade då kunnat användas för att för varje station undersöka hur stor del av nederbörden som faller som snö.

#### **4.1.1 Sambandsvinster**

För att möjliggöra en fördelning av vinterväghållningskostnaderna mellan grot och andra sortiment krävs ett sammanhängande skogligt innehav och en geografisk planering av kommande avverkningar. För sambandsvinster mellan sortimenten måste avverkningarna förläggas på ett sådant sätt att upptagningskostnaden vintertid kan delas mellan drivningen av de planerade trakterna och transporten av grot från avläggen. Det som begränsar möjligheten för sådana sambandsvinster inom det aktuella projektområdet är svårigheten att på grund av samesamråden förlägga avverkningar inom ett och samma område flera år i rad. Potentialen för sambandsvinster kan därför vara större i södra Sverige. En liknande sambandsstudie i södra Sverige hade kunnat ge ett helt annat resultat. Sveaskog har däremot ett betydligt mer utspritt skogligt innehav i de södra delarna av Sverige vilket försämrar möjligheterna för den geografiska planeringen.

I studien var det enbart sambandsvinster kring vinterplogning som studerades. Det kan dock eventuellt finnas fler sambandsmöjligheter som kan underlätta grothanteringen vintertid som inte den här studien omfattar.

#### **4.1.2 GIS-modellen**

Modellen var främst ämnad som ett hjälpmedel vid bedömningen av plogningsavståndet längs skogsbilväg fram till allmän väg under vintersäsongen. Eftersom vintervägarna inte var digitaliserade erhöles inget plogningsavstånd för avlägg i behov av vinterväg som t.ex. avlägget Lyxmyran. Anläggandet av vintervägen skiljer sig dessutom från den normala vinterväghållningen då det medför ett kontinuerligt arbete under hela förvintern och ända in på vintersäsongen. Det kontinuerliga underhållsarbetet medför att anlagda vintervägar saknar kostnader för upptagning. För att inkludera denna typ av avlägg skulle en helt annan modell behövas enbart för anläggning av vintervägar.

En insikt under framställningen av modellen har varit att om modellen hade baserats på en nätverksanalys, istället för en rasteranalys som i denna studie, skulle ett mer exakt resultat ha kunnat erhållas. I denna modell konverterades vägarna först till raster innan avståndsanalysen utfördes. Istället för linjer blir det då ett antal pixlar som representerar samma vägsträckning. För att öka noggrannheten vid användandet av raster vid avståndsbedömning är det därför nödvändigt att använda sig av en så liten rasterstorlek (pixelstorlek) som möjligt. En liten rasterstorlek har den nackdelen att det ökar tidsåtgången då modellen skall köras. Detta problem hade undvikits vid nätverksanalys då modellen beräknar avståndet direkt genom vägsegment och inte behöver beräkna avståndet genom varje pixel. En avståndsbedömning genom nätverksanalys som baseras på de ursprungliga vägsegmenten utan konvertering till raster ger därmed ett mer korrekt resultat. Rasteranalysens avvikelse från verkligheten bedöms dock inte vara så stor att den påverkar studiens relevans.

### ***4.2 Jämförande resultat snödjupsstudie***

1990 undersökte Bertil Eriksson snödjupsförhållandena i Sverige under vintersäsongerna från 1951 t.o.m. 1980 (Eriksson, 1990). En jämförelse av medelsnödjupet inom projektområdet den 15:e varje månad under vinterperioden 1951-1980 och 1999-2010 visade att bortsett från den 15 februari och 15 mars så har snödjupet i medeltal varit något lägre under perioden 1999-2010

(se tabell 5). Detta kan delvis bero på att antalet stationer varierar mellan de två snöstudierna. Vid Erikssons studie inkluderades för projektområdet enbart stationerna Bäverträsk, Gunnarn, Kroksjö och Lycksele. Metodologiska skillnader mellan studierna i hur medelvärdet beräknades kan ha bidragit till det något lägre medelsnödjupet under perioden 1999-2010, speciellt under de mer snöfattiga månaderna oktober och november. Eriksson beräknade i sin studie enbart medelsnödjupet för de år marken varit snötäckt. I studien 1999-2010 beräknades medelvärdet för samtliga stationer och år oavsett snödjup.

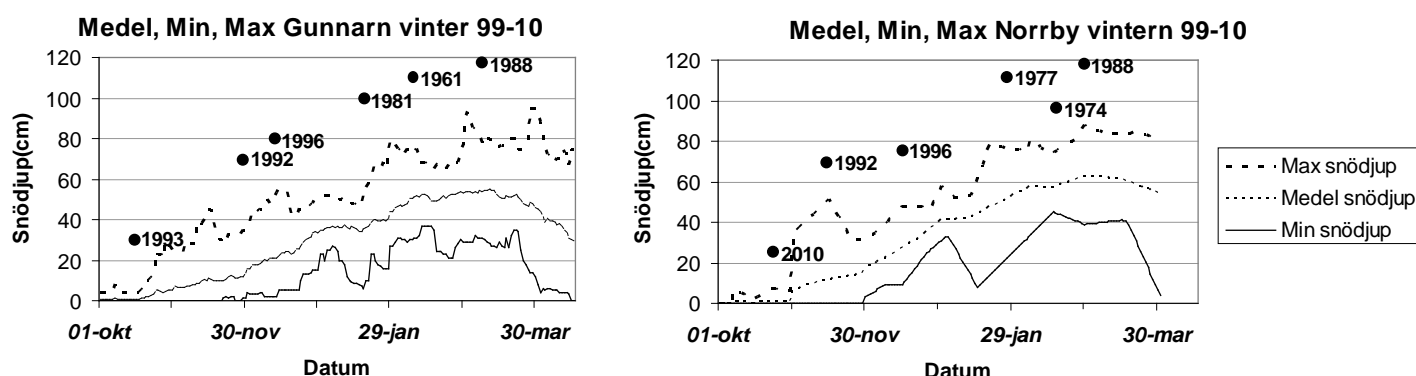
**Tabell 5.** Jämförelse av medelsnödjupet under vinterperioderna 1951-80 och 1999-2010

*Table 5. Comparison of the mean snow dept during the winter period 1951-80 and 1999-2010*

Månad:	15-okt	15-nov	15-dec	15-jan	15-feb	15-mar	15-apr
Medelsnödjup 1951-80 (cm)	10	20	40	50	60	60	50-60
Medel snödjup 1999-2010 (cm)	9	18	27	45	61	66	49

### Jämförelse extremvärden

Den 4 februari 1967 uppmättes det hittills största snödjupet i Västerbotten. Snödjupet mätte i Vännäs hela 151 cm. Det var många och rikliga snöfall under december 1966 som lade grunden för rekordet<sup>8</sup>. Jämför man den aktuella snödjupsstudien 1999-2010 med tidigare uppmätta extrema snödjupsvärden i Gunnarn och Norrby kan man se att snödjupet legat betydligt högre vissa datum tidigare år. I början på februari 1988 låg snödjupet i Norrby på nära 120 cm vilket skiljer sig nästan 30 cm från det maximala snödjupet under perioden 1999-2010 (se figur 14). Dessa jämförelser visar att snödjupsvariationen kan vara än större än den som framkommit under den studerade perioden 1999-2010.



**Figur 14.** Extrema snövärden jämfört med medel/min/max för vintersäsongerna 1999/00-2010/11.

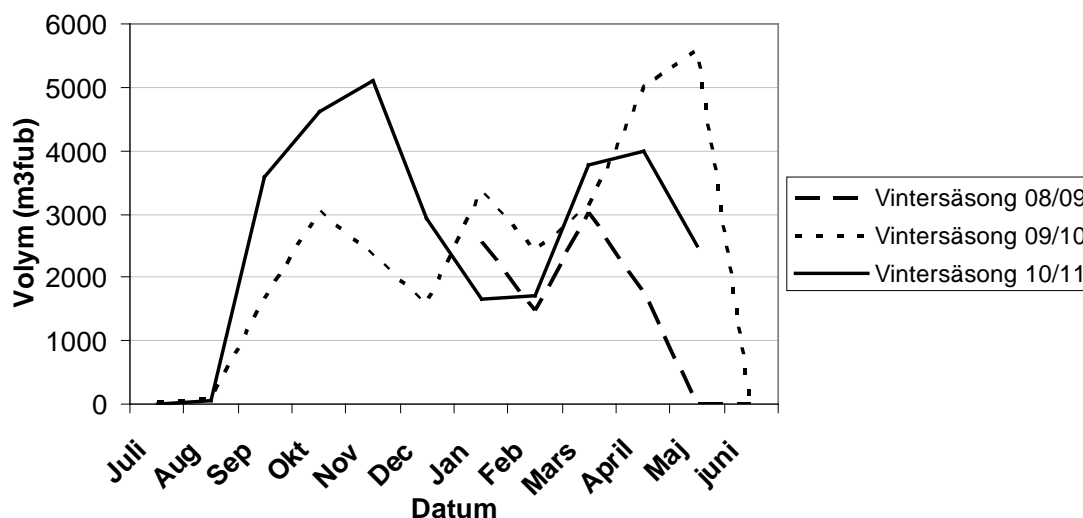
*Figure 14.* Extreme snow depths compared to the mean/min/max snow depth during the winter seasons 1999/00-2010/11.

## 4.2 Tillämpning av resultatet samt behov av vidare forskning

Studien visar att det är möjligt att reducera upptagningskostnaden för enskilda avlägg genom att utföra transporten tidigare på vintersäsongen. Största delen av groten inom projektområdet transporteras till Lycksele Energi. Att stora volymer normalt levereras under de snörika månaderna februari, mars och april visar på ett stort behov av transportplanering av grot för att undvika höga upptagningskostnader (se figur 15). Att transportera hela årsvolymen på förvintern är dock inte realistiskt då det saknas både

<sup>8</sup> Hemsida: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/vasterbottens-klimat-1.5004>

lagringsutrymme hos mottagarna och resurser för att transportera så stora volymer under en så kort tidsperiod.



**Figur 15.** Leveranser av skogsflis till mottagaren Lycksele Energi.

*Figure 15. Deliveries of wood chips to the receiver Lycksele Energi*

Figur 15 visar att leveraserna varierar mellan säsongerna. Orsaken till leveransskillnaderna under hösten vintersäsongen 09/10 och 10/11 var att leveransstrategin ändrades i samförstånd med Lycksele Energi (se figur 15). Volymer som överskred behovet transporterades in tidigare under säsongen för att bygga upp ett stort lager för att undvika den föregående vinterns låga lagernivå som då ledde till ovanligt stora inkörningar under mars-maj 2010. Tidigt utförda stora inleveranser var orsaken till att leveranserna under januari-februari 2011 var så onormalt låga. Leveransdata saknades för hösten vintersäsongen 08/09. För denna vintersäsong kunde därför enbart leveranser utförda efter årsskiftet jämföras med tidigare säsonger.

Studien skulle kunna vara grunden till ett framtida beslutsstöd och vara ett viktigt hjälpmedel vid transportplaneringen av grot vintertid. Genom att använda en GIS-modell liknande den i denna studie skulle en upptagningskostnad kunna erhållas. En jämförelse av den uppskattade intäkten och kostnaden för upptagningen, vid olika snödjup och för varje avlägg skulle kunna ge en tydlig indikation om hur stora kostnader varje avlägg kan bära. Detta skulle kunna resultera i en prioriteringsordning där avlägg med liten uppskattad intäkt och långt plogningsavstånd transporterades tidigare under säsongen. Med dessa hänsyn tagna vid transportplaneringen skulle man med all sannolikhet kunna öka de totala intäkterna för trädbränslesortimentet.

Då upptagningskostnaderna vid olika snödjup i denna studie utgick ifrån ett teoretiskt resonemang skulle det vara intressant att utföra en studie som utredde den reella kostnaden för upptagningen vid olika snödjup under ett antal vintersäsonger. Vidare hade man kunnat utreda kostnaderna för anläggandet av vintervägar och jämföra dessa med grotintäkten, för att undersöka lönsamheten i att anlägga vintervägar enbart för att transportera grot. En framtida studie skulle även kunna utreda möjligheten att lägga till prioritetsordningsfunktionen av avlägg som ett beslutsstöd i Sveaskogs eget virkeshanteringssystem.



#### 4.2.1 Stora skillnader mellan uppskattad och inmätt volym

En jämförelse mellan den uppskattade och den inmätta grotvolymen vid industrin, för de avlägg som mättes in under säsongerna 2009/10 och 2010/11, visar på stora skillnader. Det finns ett stort behov av vidare undersökning för att kartlägga orsakerna till detta. Av de inmätta avläggen var det bara Högländet och Smålänningssvägen som hade en större inmätt volym. I övrigt var den inmätta volymen 20-50 % lägre än den uppskattade (se tabell 5). Så stora volymskillnader kan ge en missvisande prioriteringsordning av avläggen. Det måste därför utredas på vilket sätt groten skall mätas vid avläggen, hur stort bortfallet är av den uppskattade grotvolymen t.ex. på grund av fastfrysning vintertid och ifall grotvolymen även i fortsättningen skall redovisas som m<sup>3</sup>fub eller om den istället skall vara uttryckt i vikt. En korrekt volymbedomning är en av förutsättningarna för en tillförlitlig prioriteringsordning vid transporten av grot och den saknas idag.

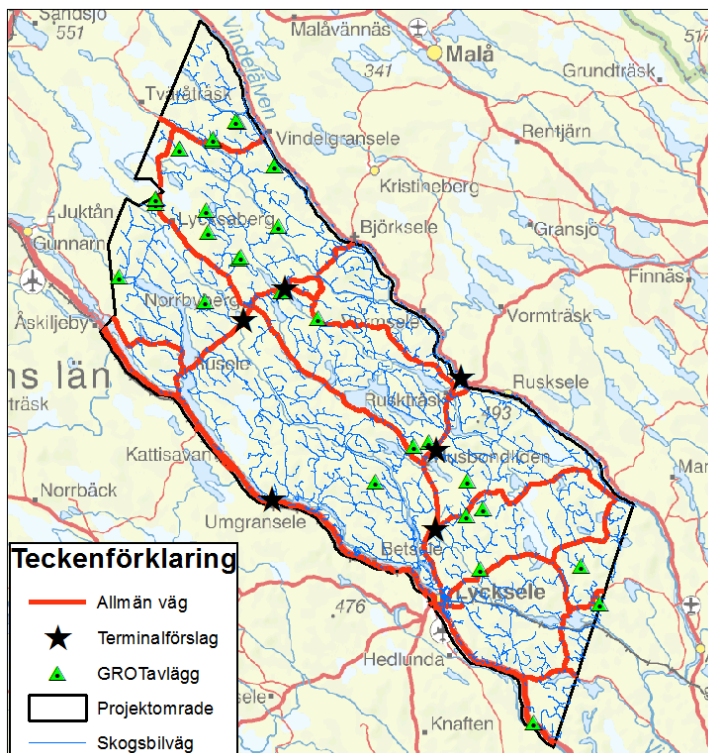
**Tabell 5.** Skillnaden mellan uppskattad och inmätt volym

*Table 5. The difference between estimated and measured volume*

Namn	m3fub (uppsk.)	m3fub (Inmätt)	Intäkt (uppsk.)	Intäkt (inmätt)	Skillnad Intäkt	Skillnad Intäkt %	Kostnad 1kr/m	Kostnad 2kr/m
Stenträsk	238	182	89012	68068	20944	- 24 %	14695	29390
Hattjaur	104	58	38896	21692	17204	- 44 %	11255	22511
Västmanbrånan	300	211	112200	78914	33286	- 30 %	9647	19294
Fäboliden	492	216	184008	80784	103224	- 56 %	7357	14714
Trollryggen	401	322	150049	120428	29621	- 20 %	6949	13898
Fårtjärn	344	250	128656	93500	35156	- 27 %	4724	9448
Högländet	833	844	311542	315656	+4114	+ 1 %	4543	9085
Smålänningssv	132	209	49368	78166	+28798	+ 58 %	3700	7400
Grestbergsv.	134	83	50266	31042	19224	- 38 %	2637	5274
Nymyliden	136	58	50684	21692	28992	- 57 %	1256	2512
Granliden	92	54	34408	20196	14212	- 41 %	681	1362
Brånan	216	120	80784	44880	35904	- 44 %	571	1142
Lyxmyran	489	277	182886	103598	79288	- 43 %	0	0

#### 4.2.2 Mellanlagringsplatser

För att undvika dyra etableringskostnader för avlägg med små marginaler skulle ett tänkbart alternativ, till dagens system med väglagring, kunna vara iordningsställandet av mellanlagringsplatser i nära anslutning till allmän väg eller till vägar med statligt bidrag. Detta förutsätter dock att kostnaden för transport, lastning/lossning och andra kostnader förenade med mellanlagring inte överstiger kostnaden för upptagningen av skogsbilvägen vintertid. Inom denna studies projektområde har passande befintliga ytor föreslagits som mellanlagringsplats t.ex. grustäcker, nedlagda industriområden och äldre fotbollsplaner (se figur 16). Användandet av redan befintliga ytor i anslutning till allmän väg och bidragsväg skulle minska kostnaderna för eventuella markinvesteringar samt behovet av plogning av det egna skogsbilvägnätet.



**Figur 16.** Mellanlagringsplatser förslagna inom projektområdet.

*Figure 16. Proposed places for temporary storage within the project area.*

Alla avlägg är inte aktuella för att transportera till mellanlager. I synnerhet är det de avlägg med förhållandevis lågt täckningsbidrag p.g.a. liten grotvolym och ett stort behov av vinterplogning som skulle kunna vara lönsamma att transportera till mellanlager. Groten skulle då kunna transporteras med hjälp av timmerbilsekipage anpassade för transport av lösgrot eller flis. Om groten fraktas löst är det viktigt att hålla transportavståndet till mellanlagringsplatsen inom 5 mil för att upprätthålla lönsamheten. Man kan frakta materialet betydligt längre om det först flisas eftersom lastutnyttjandet förbättras. Detta betonar vikten av framförhållning i transportplaneringen, för att identifiera lämpliga mellanlagringsytor belägna inom lönsamt transportavstånd.

Subtraheras intäkten efter inmätning med ytterligare ett antal fasta omkostnader som belastar grotsortimentet så blir det än mer tydligt vilka objekt som inte klarar en stor upptagningskostnad. Stenträsk, Hattjaur och Västmanbrånan kan därför direkt vara aktuella för mellanlagring då resterande intäkt efter kostnadsavdraget närmar sig kostnaden för upptagningen vid 1 meters snödjup (se tabell 6). Om man vidgar resonemanget och förutsätter att transporten av flis till mellanlagret enbart medför en extrakostnad för omlastningen vid mellanlagret så kan denna kostnad (10 kr/m<sup>3</sup>fub) jämföras med kostnaden för upptagningen vid olika snödjup. På så sätt går det att se för vilka avlägg ett mellanlager skulle kunna ge en kostnadsbesparing. Denna jämförelse visar att det enbart är för Brånan som extrakostnaden för omlastning är högre än upptagningskostnaden (se tabell 6). Kostnaderna har uppskattats av Thomas Esbjörnsson som är Sveaskogs nuvarande biobränslelogistik på marknadsområdet Västerbotten. Omkostnaderna omfattar skotningen av lösgroten från hygget, flisningskostnaden vid avlägg (täcker även lastningen

på lastbil) och transportkostnaden för flis<sup>9</sup>. Vid transport av lösgrot till mellanlager ökar transportkostnaden samt kostnaden för omlastning vid mellanlagret.

**Tabell 6.** Jämförelse mellan inmätt intäkt och andra omkostnader

*Table 6. A comparison between measured income and other expenses*

Namn	Intäkt (inmätt)	Skotning 115 kr /m3fub	Flisning 85 kr /m3fub	Transport 64 kr /m3fub	Summa Kostnader <sup>10</sup>	Intäkt – Kostnader	Lastkost 10 kr /m3fub	Kostnad 1kr/m	Kostnad 2kr/m
Stenträsk	68068	20930	15470	11648	48048	20020	1820	14695	29390
Hattjaur	21692	6670	4930	3712	15312	6380	580	11255	22511
Västmanbrånan	78914	24265	17935	13504	55704	23210	2110	9647	19294
Fäboliden	80784	24840	18360	13824	57024	23760	2160	7357	14714
Trollryggen	120428	37030	27370	20608	85008	35420	3220	6949	13898
Fårtjärn	93500	28750	21250	16000	66000	27500	2500	4724	9448
Högländet	315656	97060	71740	54016	222816	92840	8440	4543	9085
Smålänningssv	78166	24035	17765	13376	55176	22990	2090	3700	7400
Grestbergssv.	31042	9545	7055	5312	21912	9130	830	2637	5274
Nymyliden	21692	6670	4930	3712	15312	6380	580	1256	2512
Granliden	20196	6210	4590	3456	14256	5940	540	681	1362
Brånan	44880	13800	10200	7680	32880	12000	1200	571	1142
Lyxmyran	103598	31855	23545	17728	75898	27700	2770	0	0

Groten skulle kunna flisas direkt vid avlägget innan transporten till mellanlagret. Vid lagerplatsen skulle den kunna tippas av lastbilen, stackas och täckas med lämplig duk i väntan på transport till industri. Vid transport av lösgrot till mellanlagret skulle den kunna lastas av och placeras i vält för att torka under armerad papp i väntan på sönderdelning, som skulle kunna utföras på en markduk alternativt direkt i baljor för direkttransport till förbrukande kund. Genom att mindre grotavlägg samlas ihop vid mellanlagringsplatsen skulle en sönderdelning potentiellt sett kunna ske mer kostnadseffektivt med tanke på att antalet etableringar för sönderdelningsekipagen minskar.

Mellanlagringsplatserna är tänkta som mindre anläggningar med förhållandevis få leveranser per vecka och utan tillgång till bilvåg. För registrering av mätkvitton skulle därmed RTV-mätning (Räkning, travmätning och vägning) användas. Metoden bygger på att åkarna redovisar transporterad kvantitet och därefter registrerar detta via fordonsdatorn till SDC<sup>11</sup>.

Denna studie innefattade enbart en undersökning av möjligheten till kostnadsbesparingar vid själva plogningen. För undersökning av hela systemet från avlägg, mellanlager och sedermera till industri krävs en mer omfattande systemanalys. Framtida studier skulle kunna utreda det optimala antalet mellanlagringsplatser samt undersöka den totala lönsamheten med denna typ av lagring. En annan möjlig studie skulle kunna undersöka en optimering av plogningen under säsongen. En intressant frågeställning är om det är möjligt att minska upptagningskostnaderna genom att utföra underhållsplogningar på vissa vägar under säsongen för att inte dra på sig en högre kostnad senare.

<sup>9</sup> Transportkostnaden beräknades utifrån ett medeltransportavstånd på 86 km vilket var medeltransportavståndet till Lycksele Energi från januari till sista april 2011.

<sup>10</sup> Summan innefattar inte kostnaden för upptagning och extra lastkostnad vid mellanlagring.

<sup>11</sup> Skogsbrukets Datacentral.

### ***4.3 Slutsatser***

- En besparing av väghållningskostnaden vintertid är inte möjlig genom sambandsvinster med andra sortiment. Besparingar är dock möjliga genom att tidigarelägga transporten av små avlägg med ett stort framtida plogningsbehov.
- Kostnaden för vinterunderhållet beror på snödjupet som varierar i tid och rum och generellt sett ökar längre in på vintersäsongen.
- Mellanlagring kan vara ett möjligt alternativ för avlägg med små marginaler istället för den tidigare väglagringen om kostnaderna för transporten av lösgrot eller flis till mellanlagringsplatsen inte överstiger upptagningskostnaden.
- Väghållningskostnaderna ökar med avståndet mellan avlägg och allmän väg samt snödjupet. En prioriteringsordning av transporterna från avläggen - som är utformad med hänsyn till upptagningskostnaden, avläggsstorleken samt bedömd intäkt - kan vara ett viktigt framtida beslutsstöd vid transportplanering av grot.

## Referenser:

### *Tryckta källor*

- Anon. 2010a. Pressmeddelande Sveaskog 2010 – Rekordleverans av förnyelsebar energi år 2009. Hemsida [online] (2010-01-29) Tillgänglig: <http://www.sveaskog.se/Press-och-nyheter/Pressmeddelanden/2010/Rekordleverans-av-fornyelsebar-energi-ar-2009/> [2010-11-18].
- Anon. 2010b. Skogsbränsle – Tillgångar och utnyttjande i Sverige, Skogforsk 2010. Hemsida [online] (2010-12-07) Tillgänglig: <http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/skogsbransle/Energi-fran-skog/Har-finns-skogsbranslet/> [2010-12-07].
- Anon. 2008. Ökad efterfrågan på biomassa i Sverige – Hur påverkas energi- och skogssektorn?, Elforsk 2008. Hemsida [online] (2011-04-27). Tillgänglig: [http://www.elforsk.se/Documents/Trycksaker och broschyrer/biokonkurrens\\_2008.pdf](http://www.elforsk.se/Documents/Trycksaker%20och%20broschyrer/biokonkurrens_2008.pdf). [2010-10-12].
- Anon. 2007. The EU climate and energy package, EU Commission 2007. Hemsida [online] (2010-10-18) Tillgänglig: [http://ec.europa.eu/environment/climat/climate\\_action.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/climate_action.htm) [2010-12-07].
- Björheden, R., Thorsén, Å. 2010. Skogen – En växande energikälla., Sammanfattande rapport från ”Effektivare skogsbränslesystem 2007 – 2010”. Skogforsk, Uppsala.
- Brandt, M. 1986. Areella snöstudier. SMHI Hydrologi, Norrköping. Rapport nr: 7.
- Brandt, M., Eklund, A. 1999. Snö i Sverige – Snödjup och vatteninnehåll i snön. SMHI, Norrköping. Fakta: nr 2.
- Egnell, G., Skogsstyrelsen. 2009. Skogsbränslen. Skogsskötselserien nr 17, Skogsstyrelsens förlag, Jönköping.
- Engblom, G. 2007. Systemanalys av skogsbränsletransporter. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning, Umeå: Arbetsrapport nr: 175.
- Eriksson, B. 1990. Snödjupsförhållanden i Sverige Säsongerna 1950/51-1979/80. SMHI Rapporter Meteorologi och Klimatologi, Norrköping: Rapport nr: RMK 59.
- Håkansson, M., Steffen, C. (1994). Praktisk Skogshandbok. 14:e upplagan. Sveriges Skogsvårdsförbund, Djursholm.
- Nilsson, B. 2007. Skogsbränslehantering Effektivitet och kostnader för olika hanteringsmetoder för grotuttag. Växjö Universitet, Avd. för Skog och Träteknik, Växjö: Examensarbete nr: TD 090/2007.

Ringman, M. 1996. Trädbränslesortiment definitioner och egenskaper. Institutionen för virkeslära. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala: Rapport 250.

Söderström, J. 2006. Upparbetning av grot i semimobila terminaler, Delrapport inom projektet ”samverkan för utveckling och förädling av regionens outnyttjade skogsresurs”. Energidalen i Sollefteå AB. Sollefteå.

### ***Personlig kommunikation***

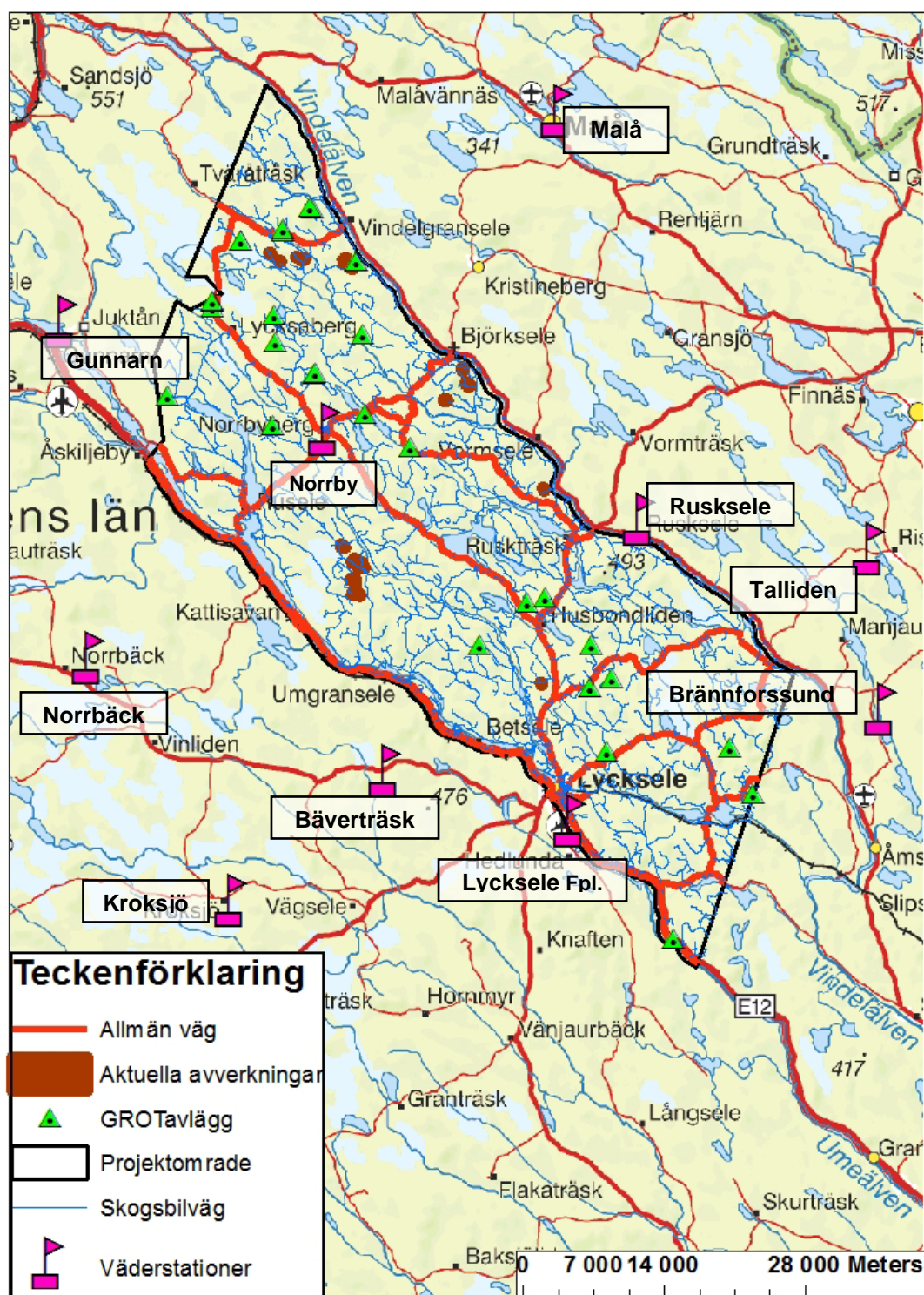
Ahlenius, Stefan. Vägmästare, Sveaskog Förvaltning Västerbotten Lyckselekontoret. Intervjuer samt mailkontakt mellan 10 oktober 2010 – 15 mars 2011.

Engman, Henrik. Logistiker, Sveaskog Förvaltning Västerbotten Lyckselekontoret. Intervju den 10 oktober 2010.

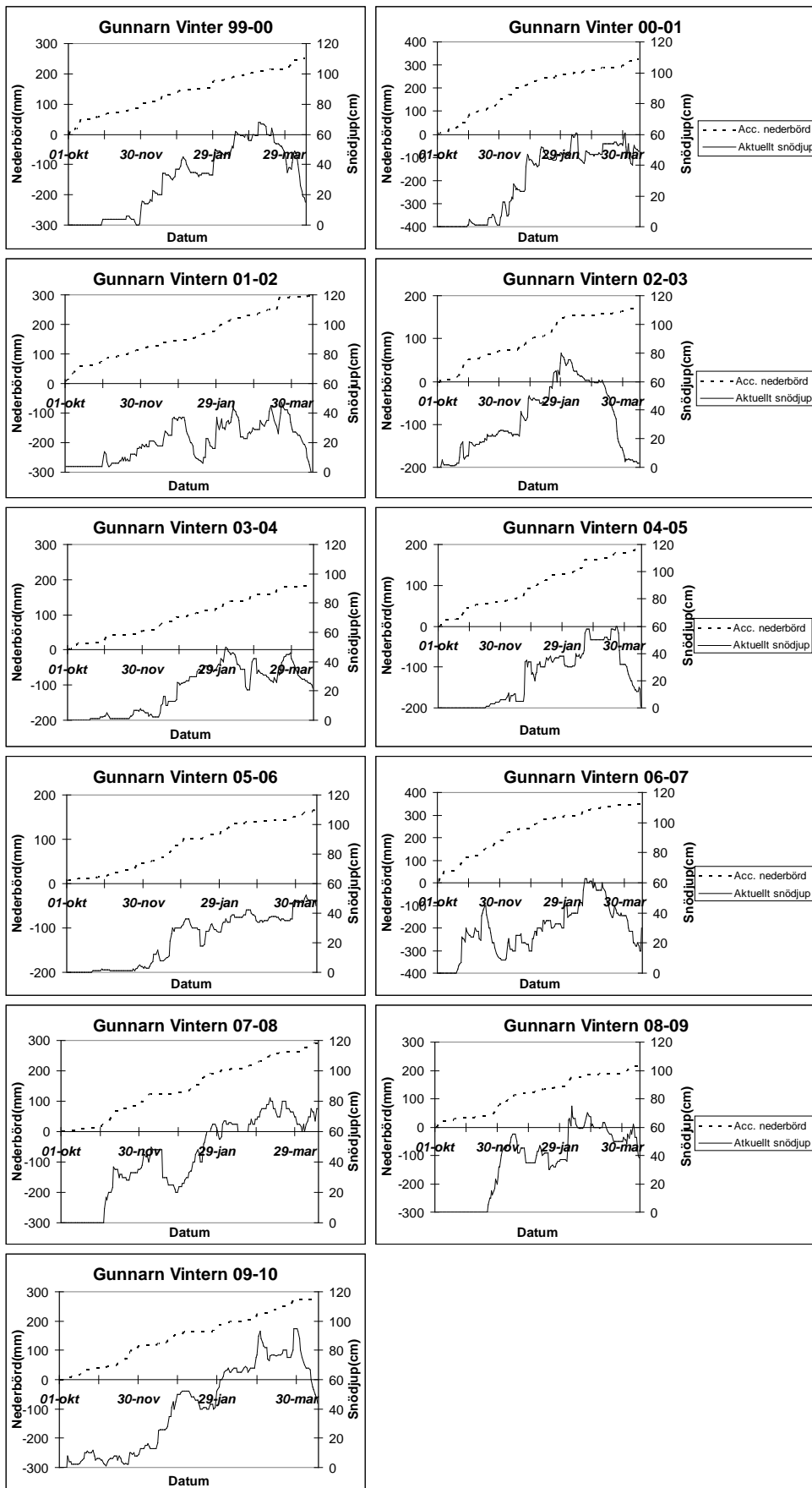
Kjellberg, Karl-Åke. Vägchef, Sveaskog förvaltning Jämtland Östersundskontoret. Telefonintervju den 11 oktober 2010.

## Bilagor:

### Bilaga 1: Projektområdet

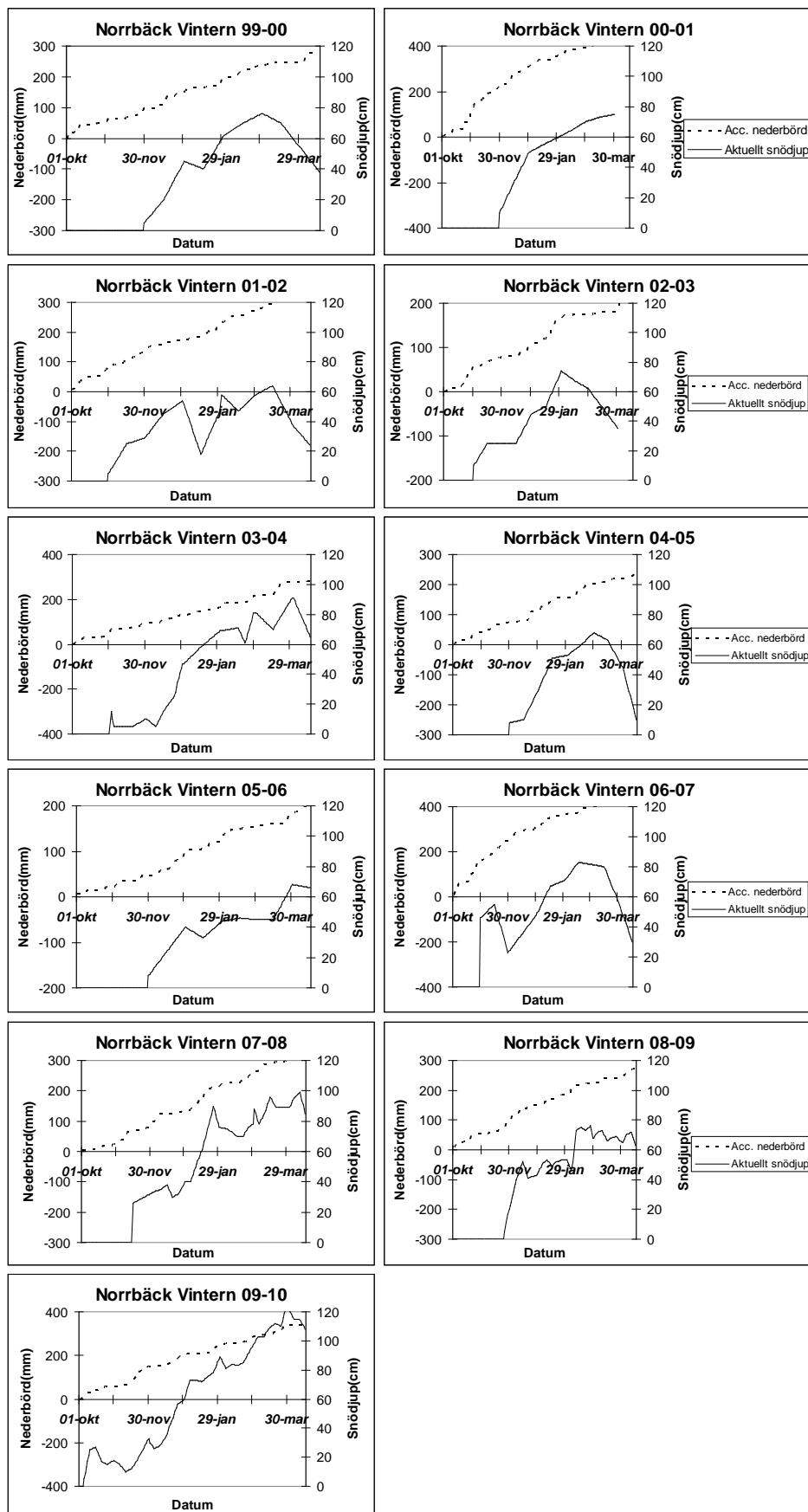


## Bilaga 2: Väderstation Gunnarn

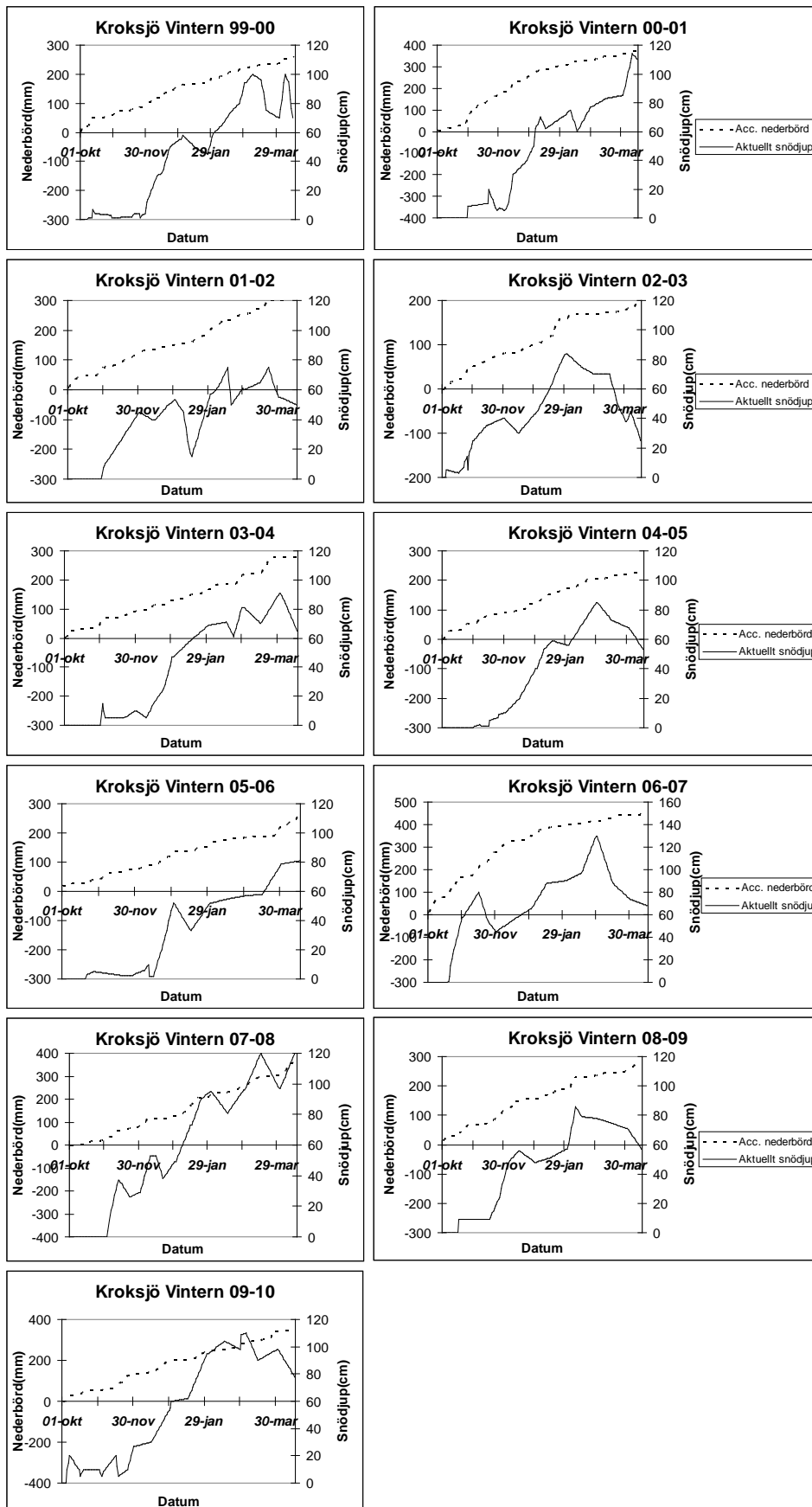




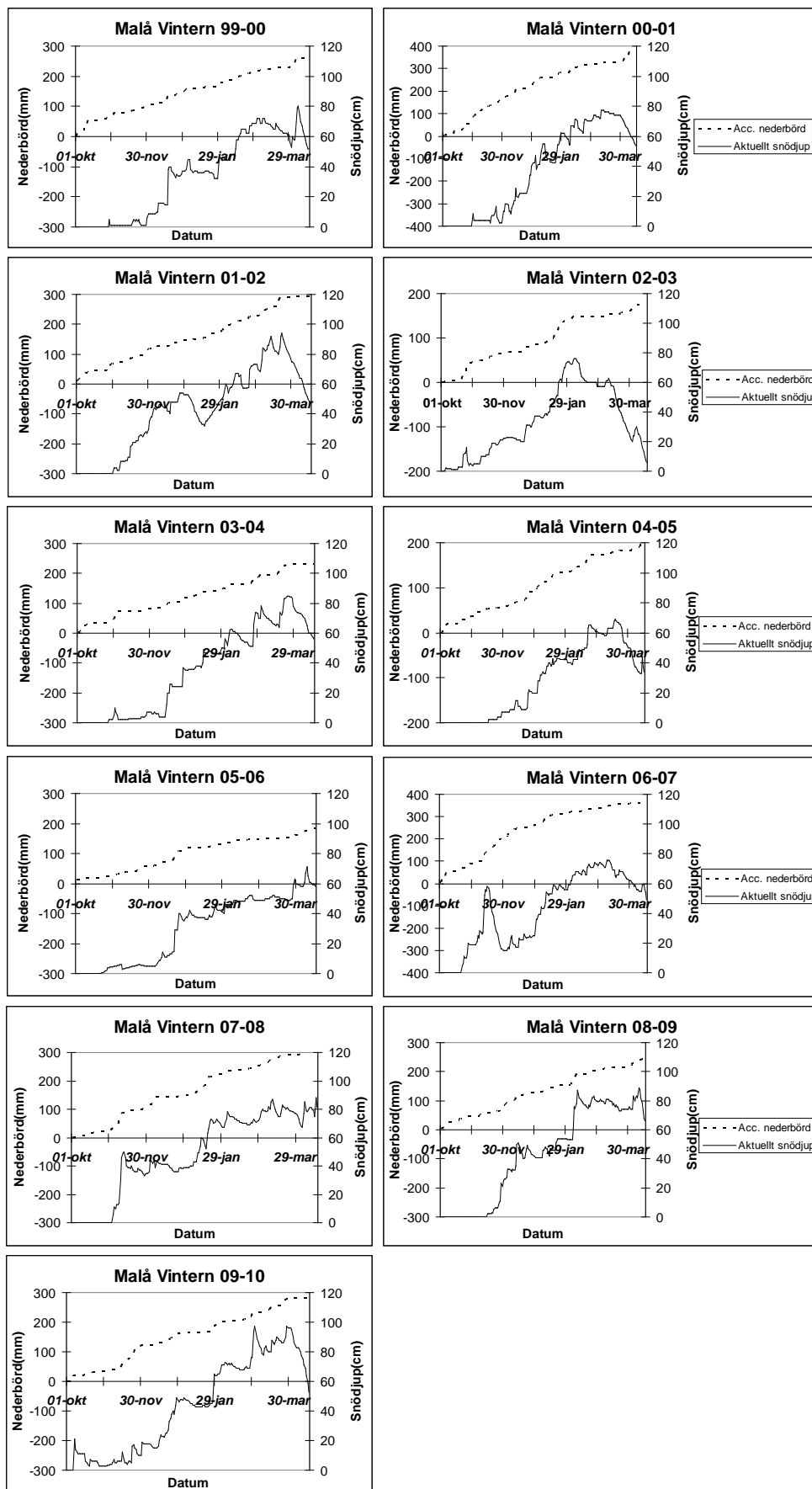
### Bilaga 3: Väderstation Norrbäck



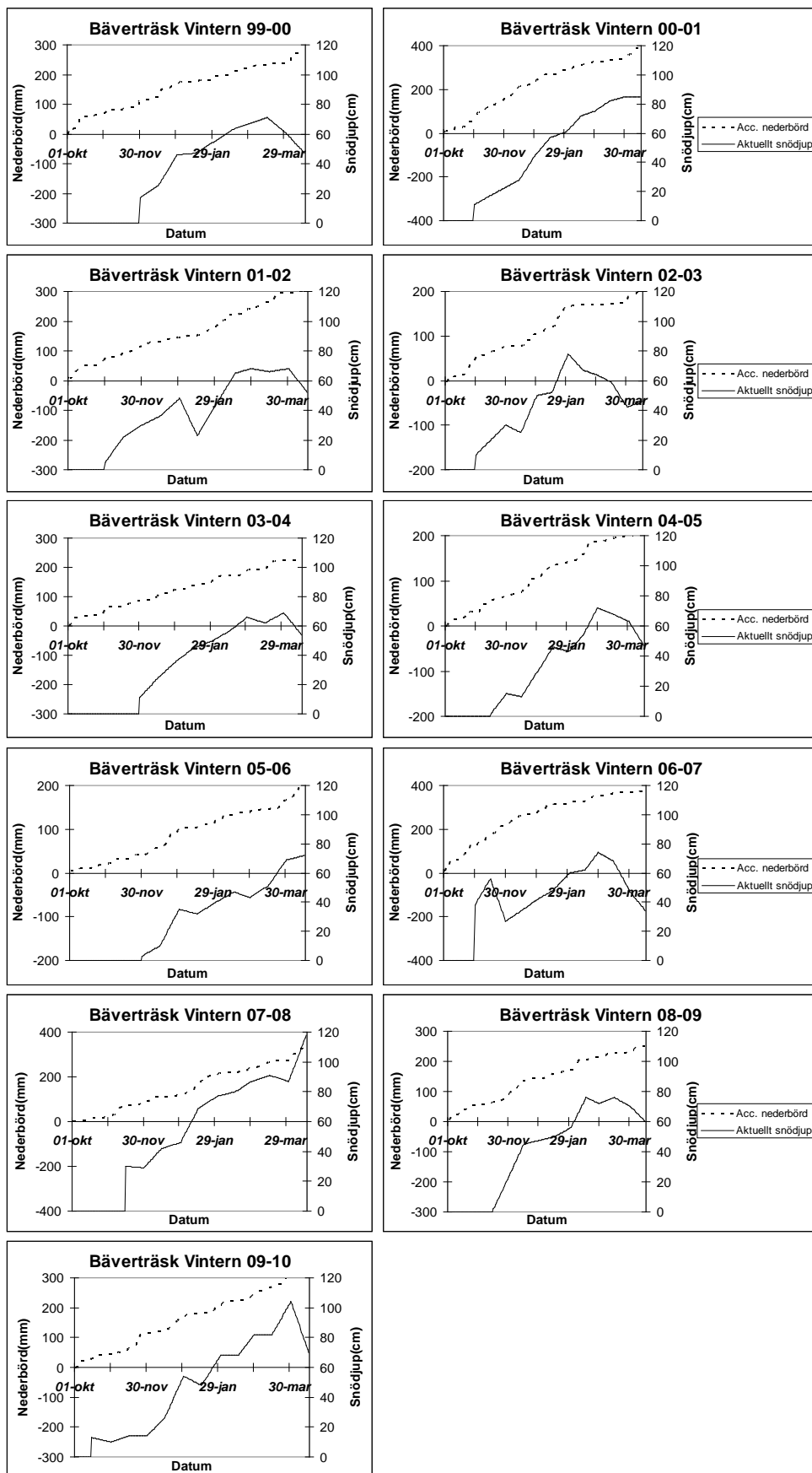
## Bilaga 4: Väderstation Kroksjö



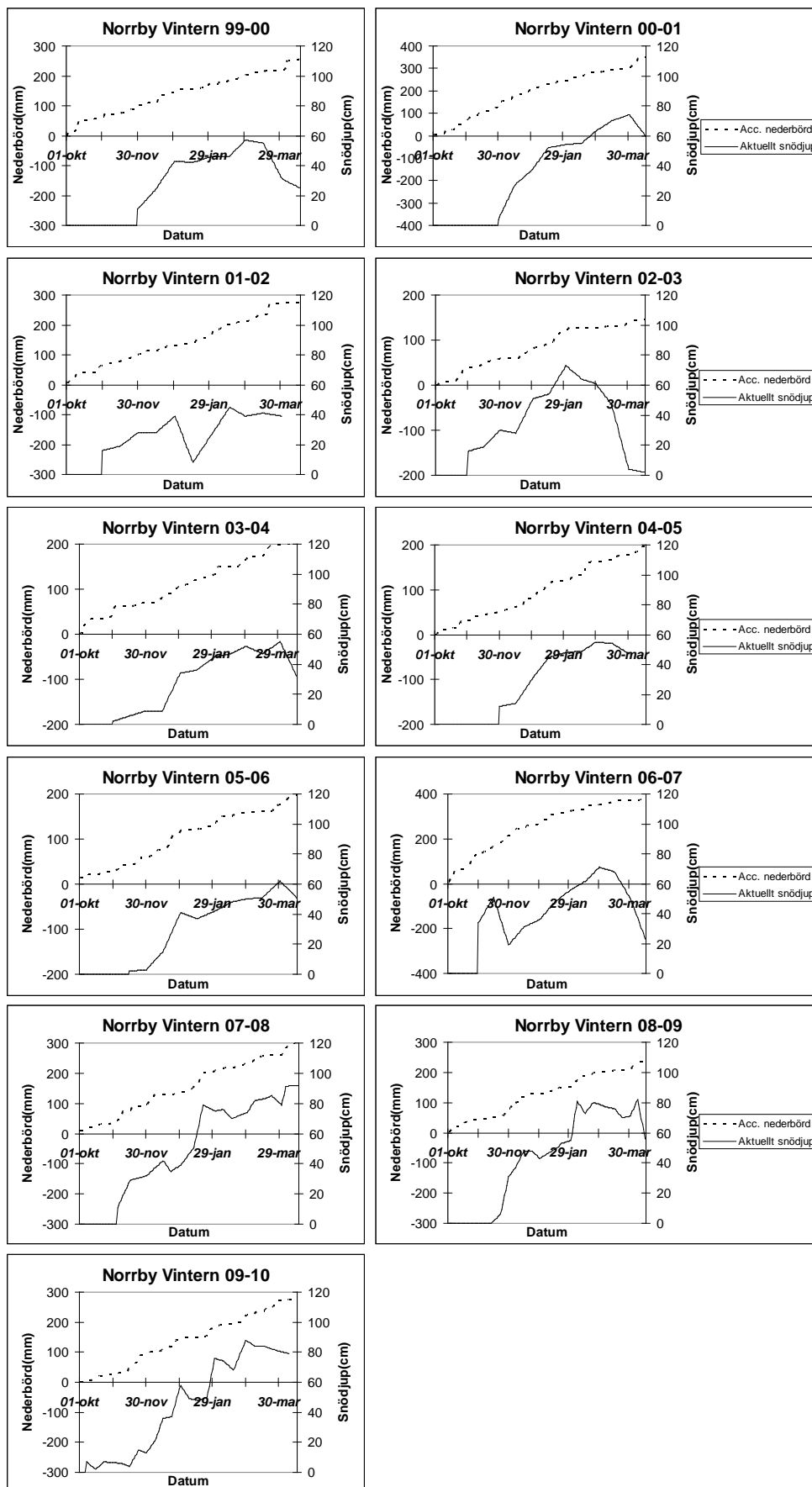
## Bilaga 5: Väderstation Malå



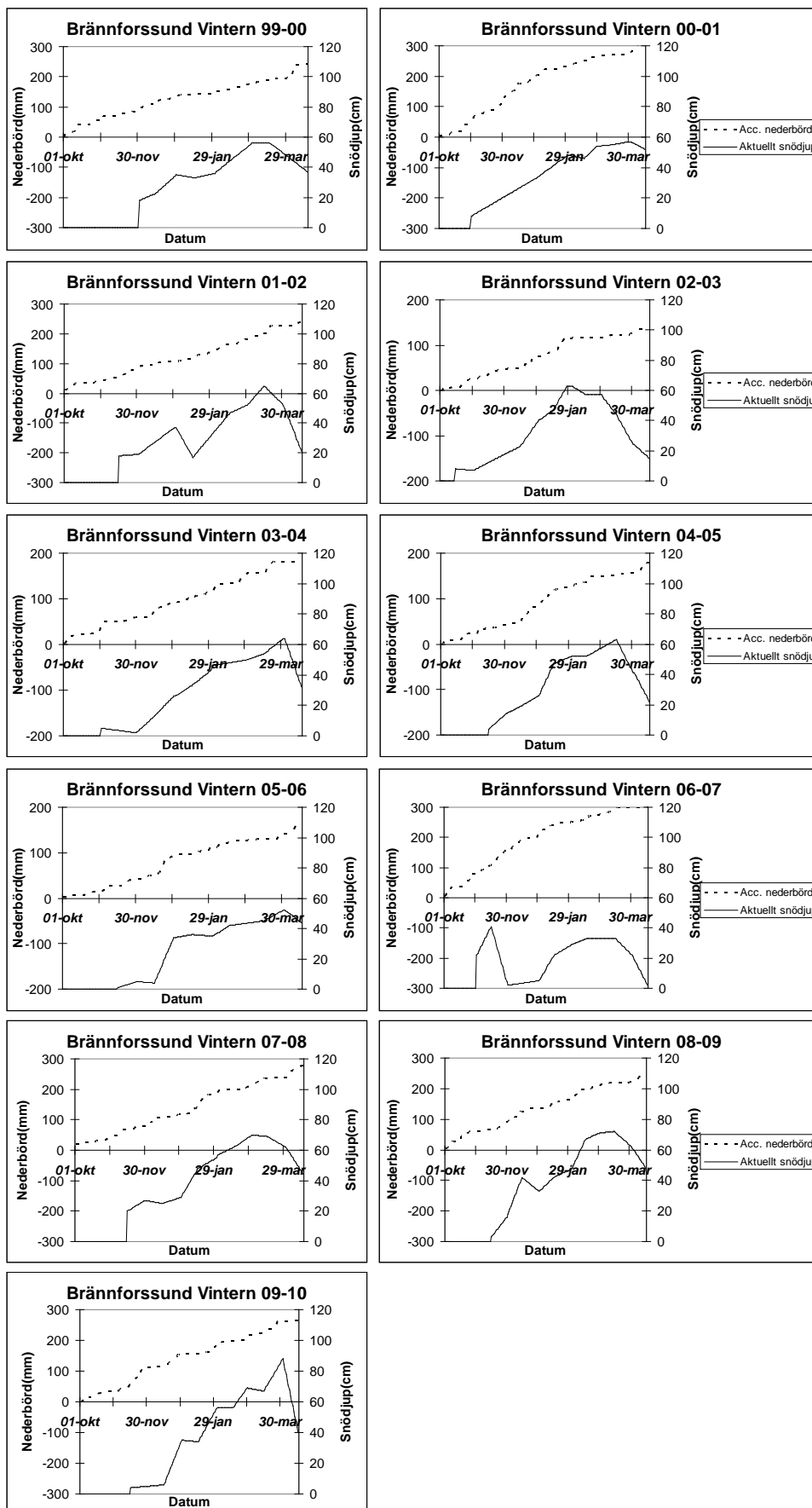
## Bilaga 6: Väderstation Bäverträsk



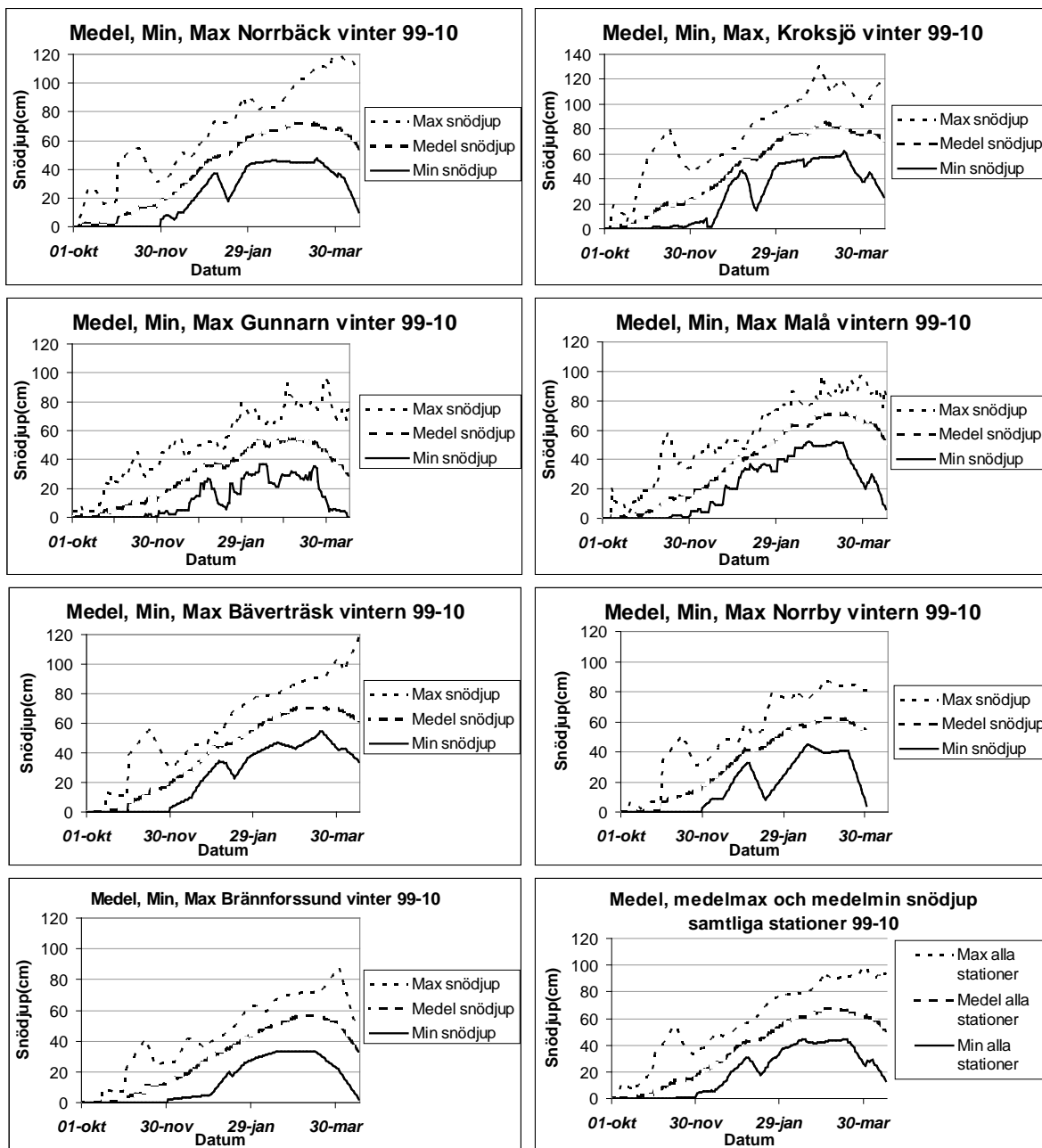
## Bilaga 7: Väderstation Norrby



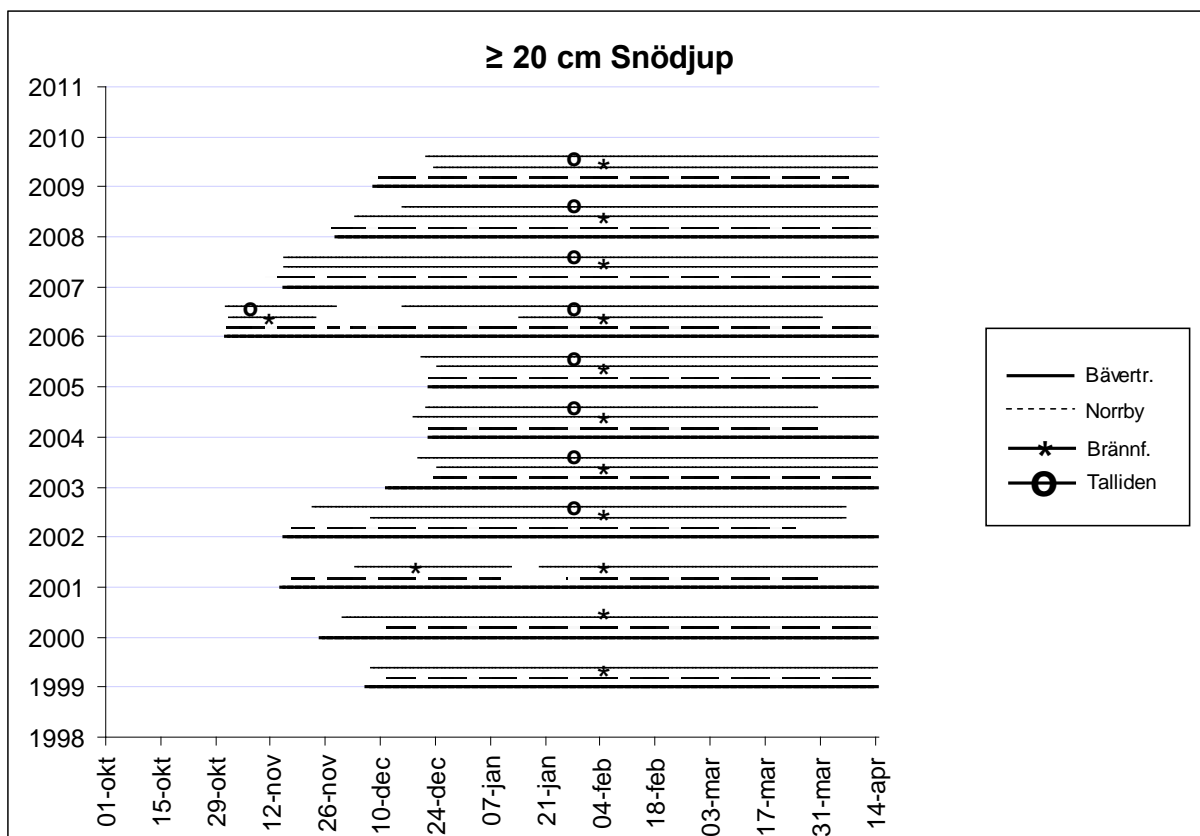
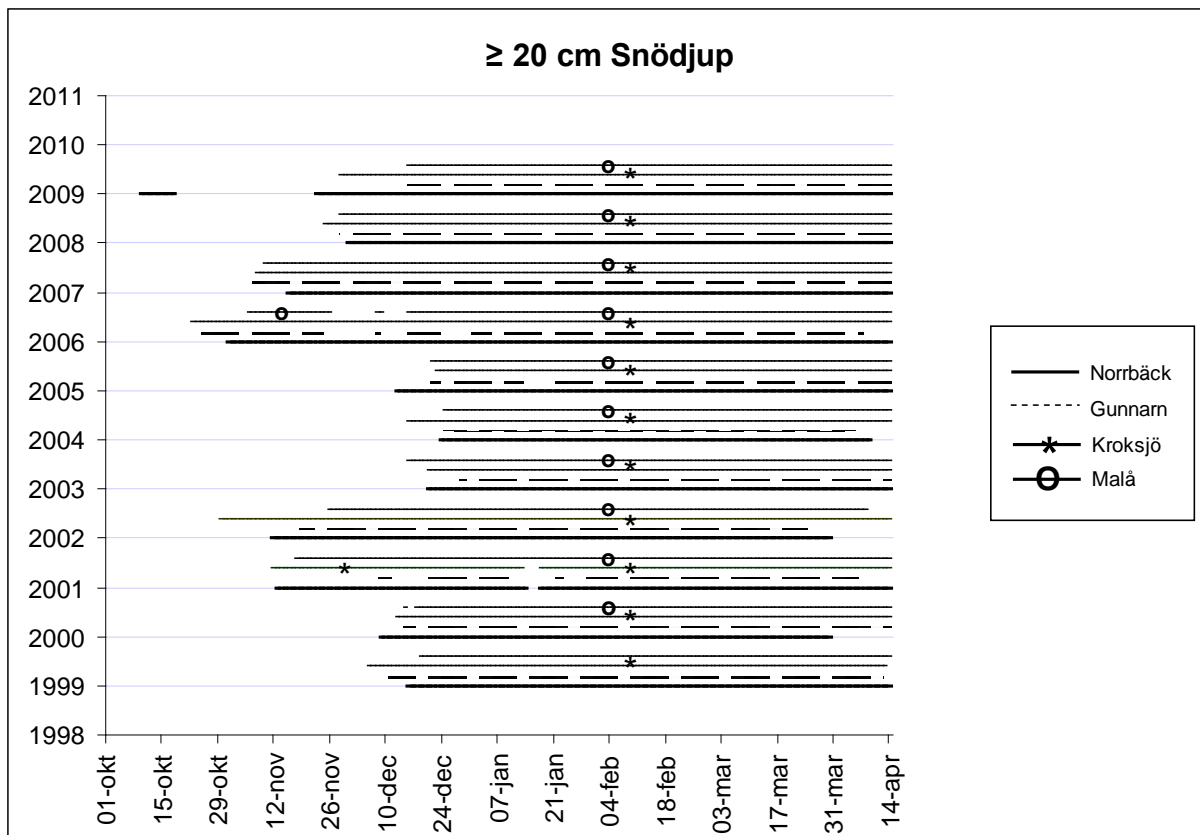
## Bilaga 8: Väderstation Brännforsund



## Bilaga 9: Stationernas medel, min och maxsnödjup

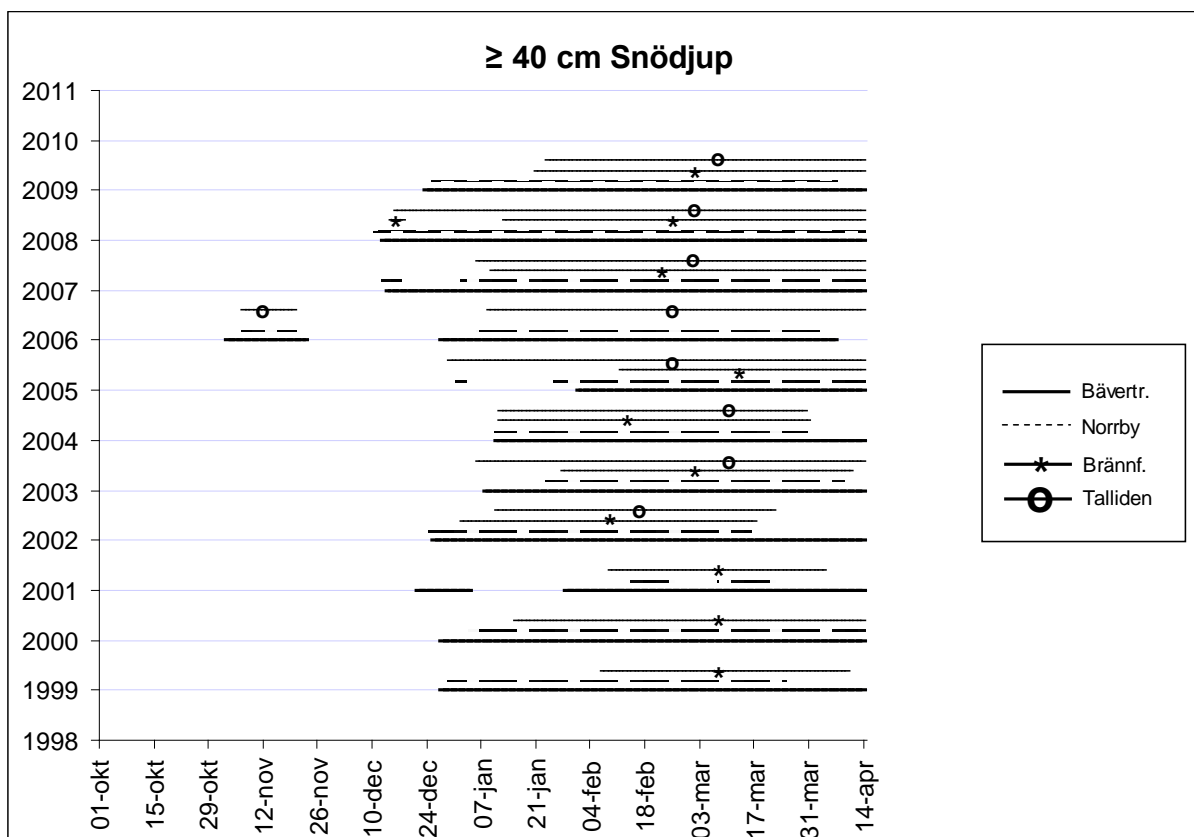
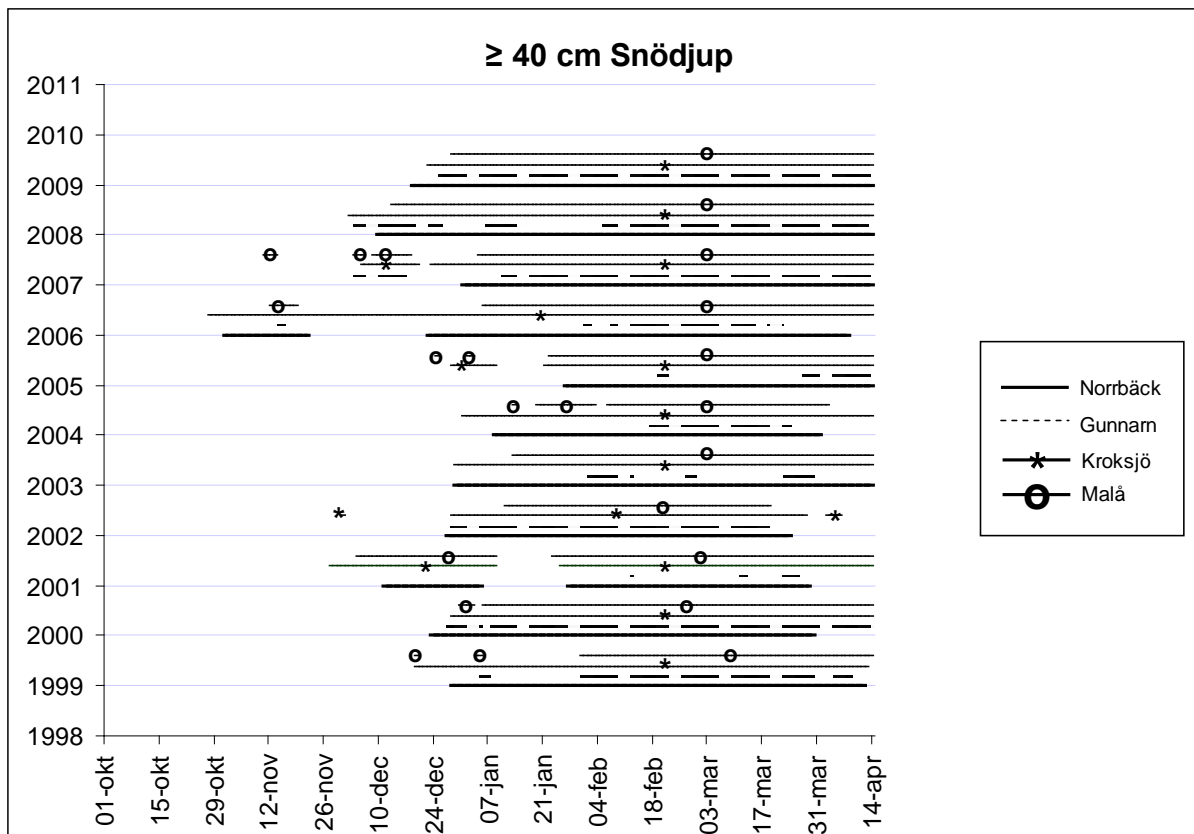


## Bilaga 10: Snödjup $\geq 20$ cm

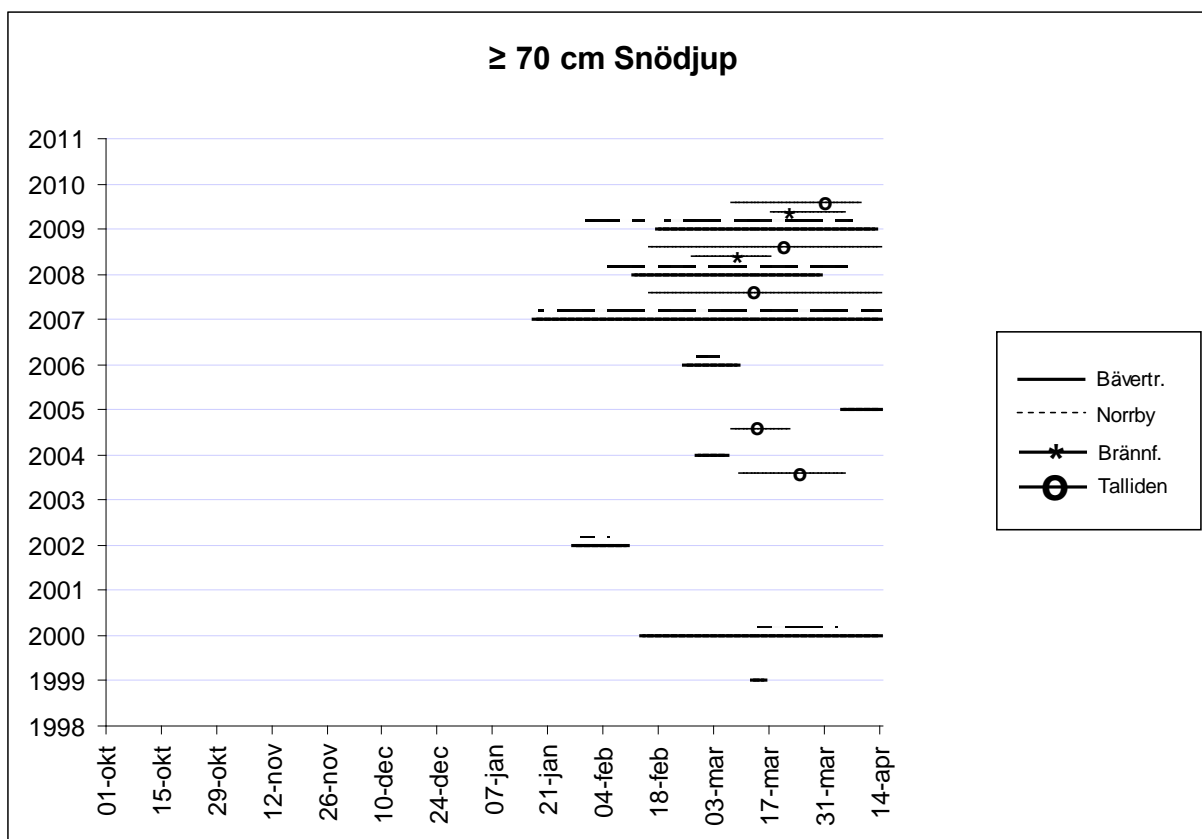
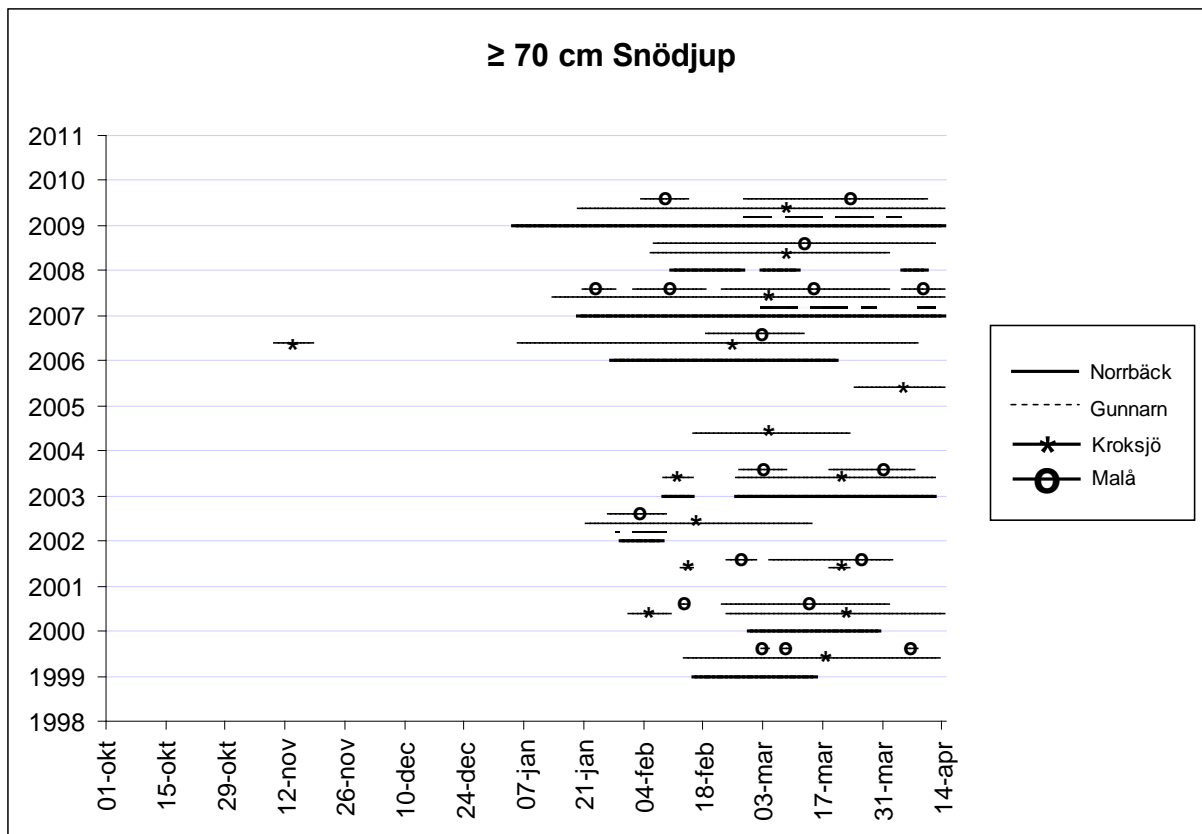




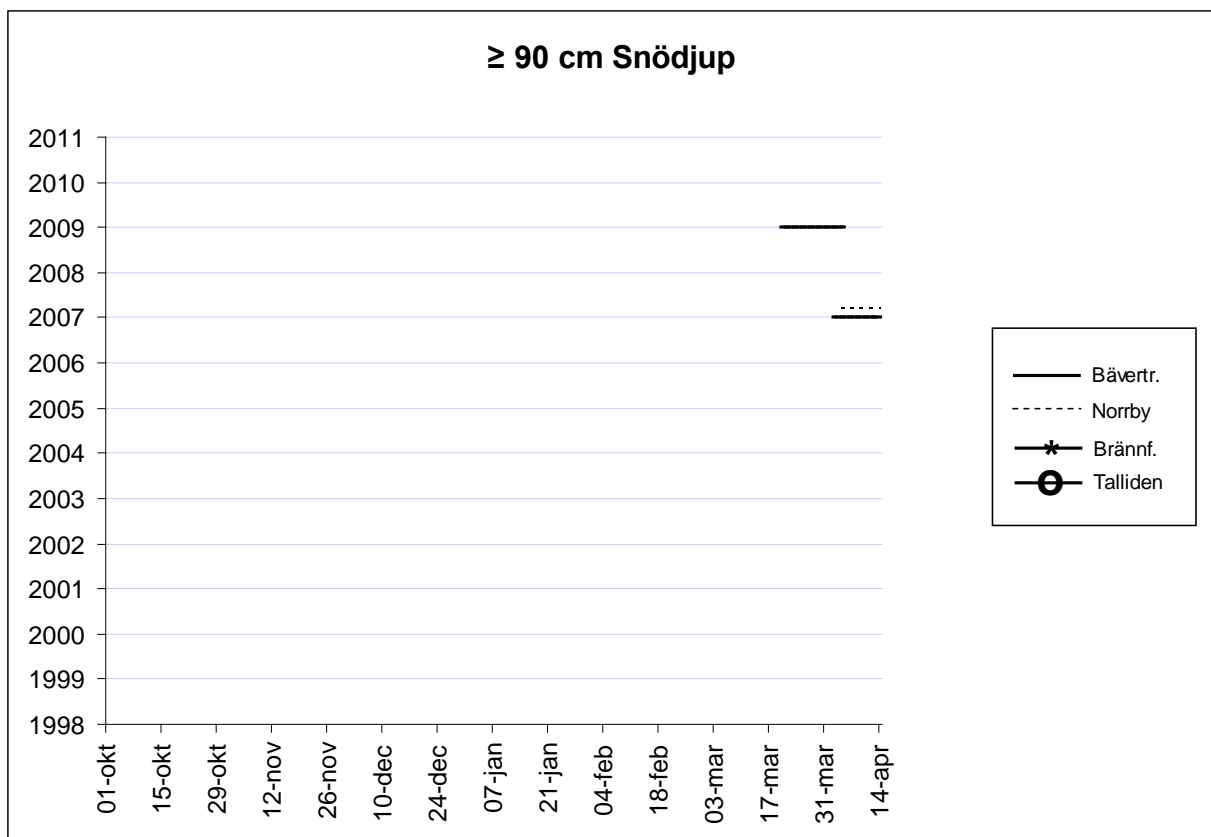
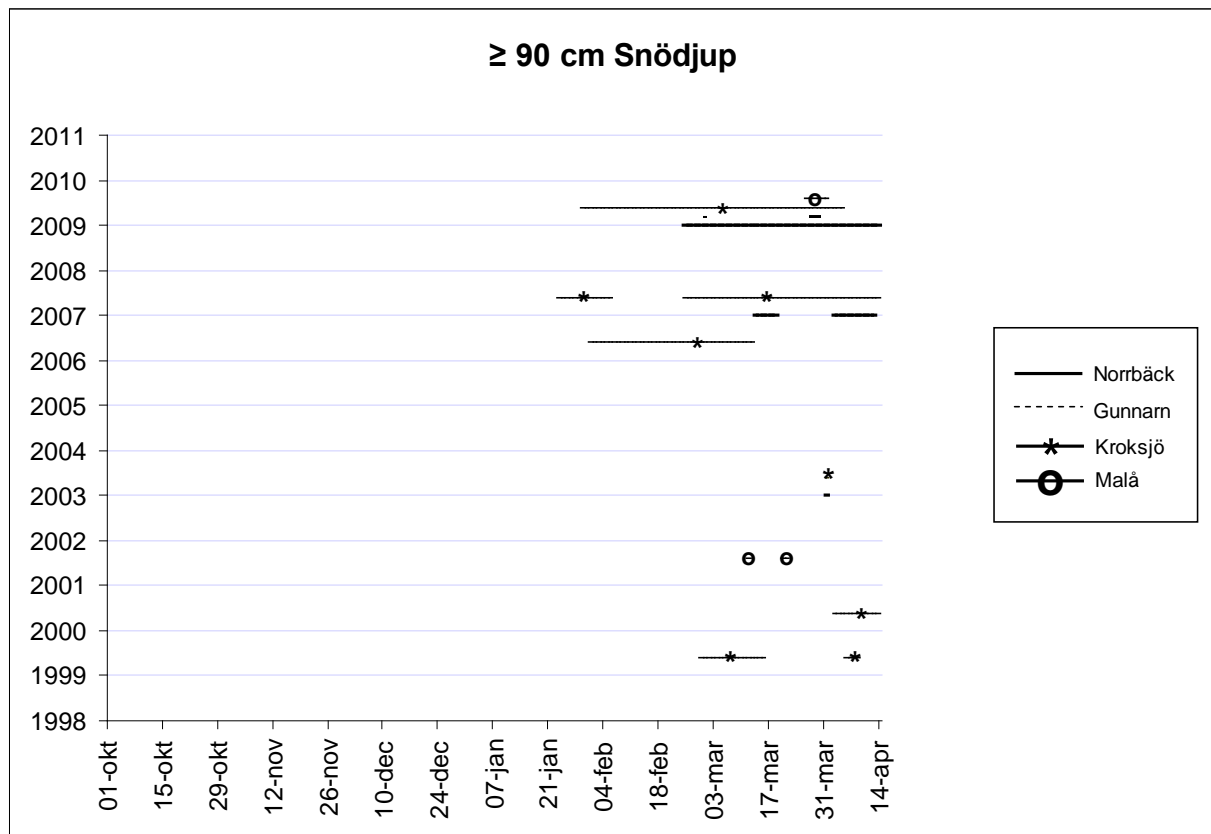
# **Bilaga 11: Snödjup $\geq 40$ cm**



## Bilaga 12: Snödjup $\geq 70$ cm



### Bilaga 13: Snödjup $\geq 90$ cm



### ***Bilaga 14: Resultat GIS-modell***

Virkesorder	Namn	M3fub	Plogningsavstånd	Intäkt kr	kostnad (0,5 kr/m)	kostnad (1 kr/m)	kostnad (2 kr/m)
49500759	Kattiskojev.	18	1668	6732	834	1668	3336
49504665	Nymyliden	136	1266	50864	633	1266	2532
20325150	Kråkträsk	347	611	129778	306	611	1222
20306563	Järvmyliden	277	4570	103598	2285	4570	9140
20325215	Granliden	92	681	34408	341	681	1362
20272251	Grestberg	134	2641	50116	1321	2641	5282
20325142	Stenträsk	238	14699	89012	7350	14699	29398
20147627	Smälänningssv.	132	3700	49368	1850	3700	7400
20325118	Namnlöstjärn	420	3000	157080	1500	3000	6000
20325126	Lapptjärn	381	1629	142494	815	1629	3258
79568971	Mösuppen	80	0	29920	0	0	0
20151292	Sissnarbr	220	5796	82280	2898	5796	11592
20219903	Gurkan	174	0	65076	0	0	0
20325231	Hattjaur	104	11255	38896	5628	11255	22510
20272278	Fårtjärn	0	4724	0	2362	4724	9448
20272278	Fårtjärn	344	4685	128656	2342	4685	9370
20272308	Trollryggen	401	6949	149974	3475	6949	13898
20272359	Hästbäcksv.	326	11586	121924	5793	11586	23172
20325088	Västmanbrånan	300	9647	112200	4823	9647	19294
20307403	Lyxmyran	489	0	182886	0	0	0
20325053	Höglandet	740	4543	276760	2271	4543	9086
20325053	Höglandet	93	4489	34782	2244	4489	8978
20272294	V. Bjurliden	185	1722	69190	861	1722	3444
20272286	Västra Bjurliden	120	1722	44880	861	1722	3444
20325193	Brånan	216	207	80784	104	207	414
20325193	Brånan	0	571	0	286	571	1142
20304706	Fädboliden	492	7357	184008	3678	7357	14714
20304706	Fädboliden	0	7675	0	3837	7675	15350

## Bilaga 15: GIT- Modellen

